Aus der Neurochirurgischen Abteilung der
Freien Universität im Klinikum Westend
Abteilungsleiter: Prof. Dr. Dr. Rolf Wüllenweber

NORMALWERTE DES III. VENTRIKELS VOM NEUGEBORENEN BIS ZUM 16. LEBENSJAHR IN ABHÄNGIGKEIT VOM LEBENSALTER.
EINE ECHOENCEPHALOGRAPHISCHE STUDIE

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Hans-Peter Wilke
aus Freiburg

1974

Aus der Neurochirurgischen Abteilung der
Freien Universität im Klinikum Westend
Abteilungsleiter: Prof. Dr. Dr. Rolf Wüllenweber

NORMALWERTE DES III. VENTRIKELS VOM NEUGEBORENEN BIS ZUM 16. LEBENSJAHR IN ABHÄNGIGKEIT VOM LEBENSALTER.
EINE ECHOENCEPHALOGRAPHISCHE STUDIE

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Hans-Peter Wilke
aus Freiburg

Referent: Priv. Doz.Dr. med. Thomas Grumme

Korreferent: Priv.-Doz. Dr. G. Bradac

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 27. 11. 1974

Meiner Frau

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546521_0081

Inhalt

I Einleitung

II Grundlagen

1. Das Ventrikelsystem

a) Entwicklungsgeschichte
b) Anatomie

2. Das Echoencephalogramm

a) Physikalische Grundlagen und technische Anwendung

b) Historische Bemerkungen

c) Der III. Ventrikel

aa) Validität der Methode

bb) Ergebnisse auf pädiatrischem Gebiet

3. Pneumencephalographische Befunde des III. Ventrikels in der Pädiatrie

III Material und Methode

IV Fragestellung

V Ergebnisse

VI Diskussion

VII Zusammenfassung

VIII Literaturverzeichnis

Anhang: Abbildungen und Tabellen

I Einleitung

Die Beurteilung des Pathologischen setzt weitgehende Kenntnisse des Normalen voraus. Auch in der Neuroradiologie sind Normalwerte für die Weite des III. Ventrikels, die aus einem neurologisch-psychiatrisch unauffälligen Probandengut ermittelt werden, von besonderer Wichtigkeit. Eine Klärung dieser Frage durch eine systematische Untersuchungsreihe einer gesunden Normalbevölkerung mittels der Pneumencephalographie verbot sich von selbst, da mögliche Komplikationen neben der Belästigung des Probanden nicht auszuschließen sind. Hier bietet sich mit der Echoencephalographie eine schonende und ungefährliche Untersuchungsmethode an.

Die vorgelegte Arbeit versucht an einem in kleine Gruppen aufgeteilten, großen Probandengut mit Hilfe der Echoencephalographie der Frage nach der Weite des III. Ventrikels vom ersten Lebenstag bis zum nicht vollendeten 16ten Lebensjahr nachzugehen.

II Grundlagen

1. Das Ventrikelsystem

a) Entwicklungsgeschichte

Die Neural- oder Medullarplatte entsteht als eine Verdickung des Ektoderms im kranialen Teil des Keimschildes. Die Seitenteile (Medullarwülste) dieser Platte falten sich auf und bilden eine Rinne, Neural- oder Medullarrinne genannt. Die Medullarwülste werden immer höher und verwachsen miteinander in der Mittellinie. Aus der Medullarrinne hat sich das Neural- oder Medullarrohr entwickelt. Nach Schluß des Medullarrohres entsteht im kranialen Bereich ein Hohlraum, der den späteren Hirnkammern entspricht. Hieraus geht die Gehirnanlage in Form der drei primären Gehirnbläschen hervor. Mit dem Fünfbläschenstadium in der vierten Lunarwoche ist die Grundlage für die Bildung aller Abschnitte des Gehirns gelegt. Am Anfang des zweiten Lunarmonats wird das Endhirnbläschen in zwei Hemisphärenbläschen unterteilt. Aus ihnen entwickeln sich später die beiden Seitenventrikel und der rostrale Teil des III. Ventrikels. Beide stehen jeweils durch einen zunächst noch weiten Zugang mit dem III. Ventrikel in Verbindung (Foramen interventriculare MONROE). Das Zwischenhirn enthält als Hohlraum den III. Ventrikel. Als Grundplatte bildet sich der Hypothalamus aus. Die beiden Flügelplatten werden durch den paarig angelegten Thalamus dargestellt und drängen den Hohlraum des Zwischenhirns zu einem schmalen Spalt, dem III. Ventrikel zusammen.
Das Rautenhirnbläschen erweitert sich zum IV. Ventrikel, während aus dem Mittelhirnbläschen die Verbindung zwischen III. und IV. Ventrikel, der Aquaeductus mesencephali entsteht. Die Entwicklung des Plexus chorioideus ventriculi tertii et quarti läuft folgendermaßen ab: Das Dach des Zwischenhirns sowie des Rautenhirns, das aus ein-

schichtigem kubischem Epithel (Lamina tectoria ventriculi) besteht, verdünnt sich;die gefäßreiche weiche Hirnhaut (Pia mater) verklebt; es entstehen die Tela chorioidea ventriculi und durch Einfaltung der Decke die Plexus chorioidei ventriculi tertii et quarti. Die Ausbreitung des Adergeflechtes erfolgt dann synchron mit der Hemisphärenentwicklung. Cornu anterius und posterius des Seitenventrikels sind frei vom Plexus chorioideus. Am Ende des dritten Monats sind die Ventrikel sehr weit. Der Hirnmantel ist noch nicht entwickelt. Marklagerbildung und Differenzierung der Rinde haben noch nicht eingesetzt. Vom vierten intrauterinen Monat an werden die Hohlräume zunehmend enger. Der III. Ventrikel, der zunächst zwischen beiden Seitenventrikeln liegt und so das Bild des Balkenmangels vortäuscht, wandert nach caudal. Ab fünften Monat erfolgt eine allmähliche Angleichung der Verhältnisse an die des Neugeborenen, dessen Ventrikelsystem im Regelfall symmetrisch ist.

b) Anatomie

Das Ventrikelsystem wird morphologisch in vier Kammern unterteilt: zwei paarig (I. und II. Ventrikel = Seitenventrikel) und zwei unpaare (III. und IV. Ventrikel). Über dem III. Ventrikel stehen die Seitenventrikel mit der 4. Hirnkammer in Verbindung. Die Seitenventrikel kommunizieren bds. durch das Foramen interventriculare MONROI sowohl untereinander wie auch mit dem III. Ventrikel. Der Aquaeductus SYLVII stellt die Verbindung zwischen III. und IV. Ventrikel her. Die 3. Hirnkammer, in der Sagittallinie des Schädels gelegen, wird mit Ausnahme ihres rostralen Teiles dem Zwischenhirn zugerechnet. Sie hat die Form eines sagittal gestellten schmalen Spaltes, der zwischen den beiden Thalami liegt und nach

unten vom Hypothalamus begrenzt wird. Den Abschluß nach vorn bilden die Lamina terminalis und Teile des Endhirns (Columnae fornicis, Commissura anterior). Der vordere, zwischen beiden Foramina interventricularia gelegene Abschnitt des III. Ventrikels, entspricht dem unpaaren Teil des fetalen Endhirnventrikels (Pars impar ventriculi telencephali) und heißt deshalb Pars telencephalica ventriculi tertii.

Der zweite unpaare, ebenfalls in der Mittellinie des Schädels gelegene Ventrikel, die 4. Hirnkammer, gehört zum Rautenhirn. Es werden Boden, Dach und zwei Recessus laterales unterschieden. Der Boden heißt Rautengrube, das Dach mit seiner zeltähnlichen Form wird vom Kleinhirn gebildet. Hirnkammersystem und Subarachnoidalraum kommunizieren hier über die Cisterna magna durch eine unpaare Öffnung (Foramen MAGENDII) und zwei seitliche Ausgänge (Foramina LUSCHKAE).

Der paarige Seitenventrikel liegt zu je einem Teil in den Großhirnhemisphären: entsprechend dem Lappen der Großhirnhemisphäre erfolgt die Einteilung von ventral nach dorsal. Zum Stirnlappen gehören das Cornu anterius, zum Scheitellappen die Pars centralis, zum Hinterhauptlappen das Cornu posterius und zum Schläfenlappen das Cornu inferius (temporalis). Das gesamte Hohlraumsystem mit Verbindungswegen ist vom Ependym ausgekleidet, das aus kubischen oder prismatischen Epithelzellen mit Flimmerhaaren besteht. Die Plexus chorioidei, die als Produktionsstätten des Liquor cerebrospinalis angesehen werden, befinden sich in nahezu allen Hirnkammern - in beiden Seitenventrikeln jedoch nur in der Pars centralis und im Cornu inferius.

Der Boden heißt Rautengrube, das Dach mit seiner zeltähnlichen Form wird vom Kleinhirn gebildet. Hirnkammersystem und Subarachnoidalraum kommunizieren hier über die Cisterna magna durch eine unpaare Öffnung (Foramen MAGENDII) und zwei seitliche Ausgänge (Foramina LUSCHKAE).

Der paarige Seitenventrikel liegt zu je einem Teil in den Großhirnhemisphären: entsprechend dem Lappen der Großhirnhemisphäre erfolgt die Einteilung von ventral nach dorsal. Zum Stirnlappen gehören das Cornu anterius, zum Scheitellappen die Pars centralis, zum Hinterhauptlappen das Cornu posterius und zum Schläfenlappen das Cornu inferius (temporalis). Das gesamte Hohlraumsystem mit Verbindungswegen ist vom Ependym ausgekleidet, das aus kubischen oder prismatischen Epithelzellen mit Flimmerhaaren besteht. Die Plexus chorioidei, die als Produktionsstätten des Liquor cerebrospinalis angesehen werden, befinden sich in nahezu allen Hirnkammern - in beiden Seitenventrikeln jedoch nur in der Pars centralis und im Cornu inferius.

2. Das Echoencephalogramm

a) Physikalische Grundlagen und technische Anwendung

Nach der Frequenz werden die Schallwellen in vier Gruppen unterteilt: 0-16 Schwingungen/sec (Herz), vom menschlichen Gehör nicht wahrgenommen, werden als Infraschall bezeichnet. Der Hörschall umfaßt die Frequenzen 16 Herz (Hz) bis 18 000 Hz. Der Frequenzbereich über 18 000 Hz hinaus nennt man Ultraschall. Grundbedingung für ein Meßverfahren mit Schall ist die annähernd geradlinige Ausbreitung der Schallwellen bei genügend großer Intensität im Meßbereich. Dies würde in etwa der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen (Licht, Röntgenstrahlen) entsprechen. Durch die umgekehrte Proportionalität zwischen Frequenz und Wellenlänge der Schallwellen ist dies beim Ultraschall annähernd erreicht. Bei steigender Frequenz und Gleichbleiben der Schallgeschwindigkeit wird die Wellenlänge immer kürzer. Hierbei stellt der Energieverlust, der mit dem Quadrat der Frequenz ansteigt, eine natürliche Grenze nach oben dar.

GALTON erbrachte 1880 mit der nach ihm benannten GALTON-Pfeife den Nachweis für das Vorhandensein von Ultraschallwellen. LANGEWIEN (1918) ortete Unterseeboote mit Hilfe des Ultraschalls. Mit dieser Entdeckung war der Weg frei für Echolotung von Meerestiefen, Fischschwärmen und Eisbergen.

Ende der 30iger Jahre findet der Ultraschall auch Eingang in die Industrie. Die Eigenschaft, sich an Grenzflächen zweier Medien verschiedener Dichte oder Schalleitungsfähigkeit teilweise oder ganz zu reflektieren, wird zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung genutzt. Die Erzeugung von Ultraschall geschieht durch das piezo-elektrische Verfahren, wobei an geeigneten Kristallen eine elektrische Wechselspannung angelegt wird. Hierzu eignen sich besonders Ammoniumdiphosphat-, Bariumtitanat-,

Lithiumsulfathydrat- und Quarzkristalle. Im Rhythmus der aufgeprägten elektromagnetischen Schwingungen tritt eine Verformung der Kristalle ein. Die mechanischen Deformationen bewirken die Abstrahlung von Ultraschall. Dieser Vorgang ist umkehrbar. Die aus Ultraschall umgewandelten elektromagnetischen Schwingungen können bei entsprechender Verstärkung auf dem Bildschirm der Braun'schen Röhre sichtbar gemacht werden. Aus den physikalischen Gegebenheiten wurden zwei Verfahren entwickelt.

1. Das Durchschallungsverfahren:
Das zu prüfende Medium liegt zwischen Sender und Empfänger. Schwankungen der aufgefangenen Intensität weisen auf verschiedene Medien innerhalb des durchschallten Bereiches hin.

2. Das Echoimpulsreflexionsverfahren:
Sender und Empfänger liegen nebeneinander oder in einem Kristall zusammengefaßt. Registriert wird die an Grenzflächen zweier Medien reflektierte Ultraschallenergie.

In der medizinischen Diagnostik kommt heute ausschließlich das Echoimpulsreflexionsverfahren zur Anwendung, wobei zur Schädeldiagnostik Frequenzbereiche von 1-4 MHz, am häufigsten 2 MHz, benutzt werden. Voraussetzung zur Messung ist das annähernd senkrechte Auftreffen des Schallbündels auf die Grenzfläche, da nur unter dieser Bedingung der Schall in sich selbst weitgehend reflektiert und den Empfänger (Sender) wieder erreichen kann. Die Darstellung der in elektromagnetischen Wellen umgewandelten Grenzflächenreflexionen (Echos) erfolgt auf der Braun'schen Röhre durch vertikale Auslenkung des Kathodenstrahles. Zeitabstände, in denen Echoimpulse den Empfänger erreichen, sind hierbei der zurückgelegten Wegstrecke proportional und werden horizontal aufgezeichnet. Über eine aufgelegte Skala - als Grundlinie dient die hori-

zontale Auslenkung der Wegstrecke - sind Maßangaben der reflektierten Grenzflächen möglich. Die Eichung der Skala in mm oder cm Gewebe ermöglicht das direkte Ablesen der gemessenen Werte.

Bei der üblichen Ableitungsmethode wird der Prüfkopf temporal oberhalb des Ohransatzes angelegt. Die so zu erhaltenden Echos werden als Initial-, Mittel-, Temporal- und Endecho bezeichnet. Als pathologisch gelten Haematom-, Cysten- und Tumorechos. Im Rahmen dieser Arbeit sind jedoch nur die Reflexionen im Mittellinienbereich von Interesse.

Das Mittelecho wird durch die Mittellinienstrukturen (Septum pellucidum, Corpus pineale und hintere Teile des III. Ventrikels) hervorgerufen. Zur Kontrolle kann das Transmissionsverfahren zur Bestimmung der elektronischen Mitte herangezogen werden. Durch zwei gegenüberliegende temporal angelegte Prüfköpfe (Sender und Empfänger) wird die Laufzeit der Ultraschallwellen durch den Schädel halbiert. Die Auslenkung des Kathodenstrahles erscheint deshalb an der Stelle des halben Kopfdurchmessers. Eine andere Möglichkeit der Kontrolle besteht im Abtasten des bitemporalen Kopfdurchmessers mittels Kopfzirkel. Die Hälfte des festgestellten Wertes ist dann das theoretische Mittelecho. Von beiden Seiten abgeleitete Mittelechos müssen bei regelrechten intrakraniellen Verhältnissen identisch sein.

Bei geeigneter Durchschallung läßt sich statt des Mittelechos eine doppelgipflige Echoauslenkung nachweisen, die sich symmetrisch um die theoretische Mitte gruppiert und von den Wänden der 3. Hirnkammer abgeleitet wird. Durch Ausmessung der Differenz an den Fußpunkten beider Echoauslenkungen kann die Weite des III. Ventrikels berechnet werden. Unter Einbeziehung des Mittellinienechos läßt sich mitunter auch ein dreigipfliger Komplex dar-

stellen. Häufig zu beobachtende, pulssynchrone oder einander gegenläufige Pulsationen der beiden Echoauslenkungen sind typisch für das doppelgipflige Echo des III. Ventrikels. Zum Alternieren der Echoamplituden des Doppelechos kommt es bei leicht vertikalen Kippbewegungen mit dem Prüfkopf, bedingt durch die sich ändernden Reflexionsbedingungen an den unterschiedlich gekrümmten Wänden der 3. Hirnkammer. In seltenen Fällen können zwischen den beiden Reflexionen des III. Ventrikels zusätzlich zwei Echos von den Wänden des Cavum septi pellucidi abgeleitet werden, so daß der Mittellinienkomplex nun viergipflig ist.

b) Historische Bemerkungen

Die ersten Untersuchungen mit Ultraschall zur medizinischen Diagnostik wurden 1937 von den Gebrüdern DUSSIK durchgeführt. BALLANTINE et al (1950) bestätigten die Möglichkeit der Ventrikeldarstellung durch Ultraschall. Alle Autoren bedienten sich der Durchschallungsmethode. 1952 ergaben die Versuche von GÜTTNER et al, daß eine formgetreue Ventrikeldarstellung mittels Absorptionsdarstellung nicht möglich sei. Die Intensitätsminderung der Ultraschallwellen durch den Schädelknochen, ließen eine weitere Minderung durch die Liquorräume nicht erkennen. Die erwähnten Autoren gaben daraufhin ihre Durchschallungsversuche auf.

Dem schwedischen Neurochirurgen LEKSELL (1955/56) gebührt das Verdienst, mit dem Echoimpulsreflexionsverfahren eine brauchbare Ultraschall-Untersuchungsmethode in die medizinische Diagnostik eingeführt zu haben. Auf ihn geht auch der Name "Echoencephalographie" zurück. Bei temporaler Beschallung traten regelmäßig Reflexionen auf, die beim Erwachsenenschädel den Mittellinienstrukturen entsprachen. Verschiebungen dieses "Mittelechos"

ließen die Seitenlokalisation bei raumfordernden, intrakraniellen Blutungen zu. Weitere Untersuchungen diskutierten die Herkunft dieses Mittelechos. In der Folgezeit wurde von verschiedenen Autoren Grundlagenforschung betrieben. LEKSELL (1955/56), GORDON (1958), JEPPSON (1960/61), LITHANDER (1961) ermittelten die verkalkte Epiphyse, den hinteren Teil des III. Ventrikels und das Septum pellucidum als Ursache des Mittelechos.
De VLIEGER/RIDDER (1959) konnten im Bereich der Mittellinie ein doppelgipfliges Echo nachweisen. LITHANDER (1961) führte durch Markierung mit Nadeln den Beweis, daß es sich hierbei um Reflexionen von den beiden Wänden des III. Ventrikels handelt. Nach Erarbeitung dieser und weiterer, hier nicht interessierender Grundlagen, konnte die eindimensionale Echoencephalographie als Routine-Untersuchung in die neurologisch-neuropädiatrisch-neurochirurgisch-psychiatrische Diagnostik Eingang finden.

c) Der III. Ventrikel

aa) Validität der Ergebnisse

Nach Einführung und Sicherung der Methode, durch Ultraschallreflexion den III. Ventrikel darzustellen, wurde die Frage nach einer ausreichenden Übereinstimmung pneum- und echoencephalographisch ausgemessener Weiten des III. Ventrikels diskutiert und überwiegend positiv beantwortet.

SJÖGREN et al (1968) stellt aufgrund von vergleichenden echo- und pneumencephalographischen Messungen an 13 Säuglingen innerhalb des ersten Lebensmonates eine befriedigende Korrelation beider Methoden fest, wobei allerdings das erweiterte Ventrikelsystem bessere Ergebnisse erbrachte als das nicht erweiterte. EMERY (1967) hingegen kam durch Vergleich der anatomischen und echoencephalographischen Messungen zu dem Ergebnis, daß wegen der unterschiedlichen Dichte des Gehirns die Echoencephalographie

bis zum 18. Lebensmonat erheblich fehlerbelastet sei. Der Autor vertrat die Meinung, die Ultraschallreflexion würde nicht von der Grenzfläche Cerebrum/Liquorraum, sondern von der Grenze zwischen myelinisiertem und nicht myelinisiertem Hirngewebe hervorgerufen. Zu Ergebnissen mit ausreichender Genauigkeit kamen UMBACH/KLEY (1966), JACOBI/SCHUCH (1966), WEST (1967), MOSTAFAWY (1971) nach vergleichenden echo- und pneumencephalographischen Untersuchungen im Kindesalter. Übereinstimmung herrscht in der Beurteilung, daß die Echoencephalographie im pädiatrischen Bereich mit ausreichender Genauigkeit Einblick in die Hirnkammerverhältnisse ermöglicht. Die vergleichenden Messungen von JACOBI/SCHUCH (1966) ergaben bei einer Toleranz von ± 1 mm eine Übereinstimmung von 7o %. MOSTAFAWY (1971) erzielte bei einer Toleranz von ± 1 mm bzw. ± 1,5 mm eine Übereinstimmung von 83,4 % bzw. 94,6 %. Die eben erwähnten Ergebnisse sind in Tabelle I zusammengefaßt.

Da die vergleichenden Untersuchungen auf pädiatrischem Gebiet - wie eben mitgeteilt - sehr gering und darüber hinaus grundsätzliche Probleme der Echoencephalographie angesprochen sind, werden im folgenden auch die Ergebnisse bei Erwachsenen mitgeteilt (siehe Tab. I). SCHIEFER/KAZNER (1963) fanden bis zu 4o % höherer Werte im Pneumencephalogramm. Sie führten dies auf die projektionsbedingte Verzeichnung durch Divergenz der Röntgenstrahlen zurück, die sie mit 25 bis 3o % angaben. KRÜGER et al (1967/68) versuchten, durch einen Umrechnungsfaktor, der sich aus Fokus-Plattenabstand zu Objekt-Plattenabstand errechnete, diese projektionsbedingte Verzeichnung zu korrigieren; es fand sich eine hohe Korrelation von echo- und pneumencephalographisch gemessenen Werten. Unter dieser Bedingung erhielten auch SCHIEFER/KAZNER (1967) bei 167 Patienten in 77,5 % bei einer Toleranz von ± 1 mm Übereinstimmung.

Weniger auf projektionsbedingte Faktoren als auf inadäquate Ableitungspunkte führen FLIEGE et al (1968) und SCHÜTTLER/HUBER (197o) die unterschiedlichen Ergebnisse zurück. Die Tropfen- oder Flaschenform des III. Ventrikels (GROSSMANN, 1966) kann zur Ableitung eines submaximalen Querdurchmessers führen, so daß hier unter Umständen die Fehlerquelle zu suchen wäre. KRÜGER et al (1968) versuchten, durch Ableitung von 14 bis 15 Echogrammen pro Proband diese Fehlerquelle auszuschalten. Sie teilten mit, daß im Durchschnitt der größte Querdurchmesser auf einem der ersten 6 Echogramme erfaßt würde. KOURA (197o) konnte eine absolute Übereinstimmung von 68,4 % feststellen. Beim Zugrundelegen von viergipfligen Echogrammen, also unter der Ermittlung des Cavum septi pellucidi ergab der Vergleich mit dem Pneumencephalogramm (PEG) völlige Übereinstimmung in 92 %. SPENGOS et al (197o) kamen nach einem Vergleich echoencephalographischer und tomographischer Befunde des III. Ventrikels zu einer hohen Korrelation, selbst in den verschiedenen Anteilen der 3. Hirnkammer. SCHLAGENHAUFF et al (1971) kamen nach einem Vergleich von loo Pneum- und Echoencephalogrammen in 75 % der Fälle zu einer völligen Übereinstimmung.

OBERSCHULTE-BECKMANN/OTTO (1972) stellten aufgrund von vergleichenden echoencephalographischen, röntgenologischen und anatomischen Messungen fest, daß eine echoencephalographische Messung der 3. Hirnkammer erst bei einem Querdurchmesser von 7 mm oder mehr möglich sei und damit die Echoencephalographie hinsichtlich einer Beurteilung des III. Ventrikels nur zum Schätzen geeignet wäre. KAZNER/MAIER-HAUFF (1972) wiesen in direkter Beantwortung von OBERSCHULTE-BECKMANN/OTTO (1972) experimentell nach, daß die Trennschärfe bei der Differenzierung zweier nahe beieinander liegender Echos von zwei benachbarten Grenzflächen bei etwa 3 mm liegt.

KAZNER/MAIER-HAUFF (1972) führten aus, daß aufgrund tomographischer Untersuchungen mit Luft erhebliche Differenzen in der Lumenweite zwischen vorderem, mittlerem und hinterem Anteil des III. Ventrikels nachgewiesen werden können (BORGERSEN, 1966). Es ist daher, wie die Autoren weiter ausführen, unbedingt erforderlich, daß das Doppelecho von den Wänden des III. Ventrikels mit dem größten Abstand sicher erkannt wird. Nur hierdurch können optimale Verhältnisse beim Vergleich echo- und pneumencephalographischer Befunde geschaffen werden. KAZNER/MAIER-HAUFF (1972) gehen noch einmal der Übereinstimmung von Pneum- und Echoencephalogramm nach. Die Untersuchung an 100 Patienten mit raumfordernden Prozessen der hinteren Schädelgrube erbrachte unter Verwendung eines III. Ventrikelindex (Verhältnis bitemporaler Kopfdurchmesser/größte Breite des III. Ventrikels) eine hohe signifikante Korrelation.

KRÜGER (1970) vertritt die Meinung, daß durch die fraktionierte Luftencephalographie das Ventrikelsystem deutlich vergrößert würde. Die Beurteilung vergleichender echo- und pneumencephalographischer Studien soll deshalb schwierig sein. LIM/POTTS (1970) teilen entsprechende Ergebnisse auf pneumencephalographischem Gebiet mit. FLIEGE et al (1968) hingegen vertreten nach echoencephalographischen Untersuchungen die Ansicht, daß sich signifikante Größenveränderungen des Ventrikelsystems durch die Pneumencephalographie nicht nachweisen lassen. KRÜGER et al (1967/68) und KRÜGER (1970) messen der Echoencephalographie größere Genauigkeit in der Bestimmung der Weite der 3. Hirnkammer zu, da bei dieser Methode eine Verformung des Hirnkammersystems nicht zu befürchten sei.
Abschließend soll noch auf die Monographien von SCHIEFER/KAZNER (1967) und PIA/GELETNEKY (1968) sowie auf KAZNER/MAIER-HAUFF (1972) hingewiesen werden. Die Autoren setzen korrekte Einhaltung der Ableitungstechnik neben der Er-

fahrung des Untersuchers voraus, um mit dieser Methode hinreichend genaue Ergebnisse zu erzielen. Sind diese Voraussetzungen gegeben, so sind sich alle Autoren trotz unterschiedlicher Auffassungen im Detail einig, daß durch echoencephalographische Untersuchungen verbindliche Normwerte für die Weite der 3. Hirnkammer erzielt werden können.

bb) Ergebnisse auf pädiatrischem Gebiet

Angaben über Normalwerte des Querdurchmessers der 3. Hirnkammer im Kindesalter teilen folgende Autoren mit: LITHANDER (1961), JACOBI/SCHUCH (1966), M. JACOBI (1966), FEUERLEIN/DILLING (1967), DILL (1971), GRUMME et al (1971), MOSTAFAWY (1971), KRIJGSMAN (1972). Diese Ergebnisse werden in Tab. III, IV und V zusammen mit den eigenen, später zu besprechenden Befunden aufgeführt. Neben den nur wenig differierenden Mitteilungen der einzelnen Autoren ist die Zahl der Probanden, die zur Ermittlung untersucht wurden, recht unterschiedlich.

Angaben über die Weite der 3. Hirnkammer bei Frühgeborenen fanden sich bei JACOBI/SCHUCH (1966). Sie gaben einen Normbereich von 2,5 - 4,o mm an, ohne Angaben über klinische Daten und Anzahl der untersuchten Kinder zu machen. GRUMME et al (1971) konnten an 131 Frühgeborenen in der postnatalen Phase nachweisen, daß mit zunehmender biologischer Reife die Weite des III. Ventrikels abnimmt. Die im einzelnen ermittelten Werte finden sich in Tab. III.

JACOBI/SCHUCH (1966) teilten Normbereiche bei 189 Kindern im Alter von 3 Tagen bis 14 Jahren mit. Diese wurden auch von M. JACOBI (1966) aufgrund von Befunden an 144 Kindern ermittelt. FEUERLEIN/DILLING (1967) untersuchten 3oo Probanden (25 Neugeborene, 75 Säuglinge und 9o Kinder im Alter von 2-14 Jahren; auf die übrigen Untersuchungen im

Erwachsenenalter soll hier nicht eingegangen werden); Mittelwerte und 2-s-Bereiche der einzelnen Gruppen wurden angegeben. DILL (1970) führte eine Studie an 86 Probanden vom 1. Lebenstag bis zum Ende des 1. Lebensjahres, an 170 Kindern zwischen 2 und 6 Jahren und 111 Kindern im Alter von 6 - 14 Jahren durch. Für jede der drei Gruppen wurden Mittelwerte mit einer Toleranz von ± 1 mm angegeben. KRIJGSMAN (1972) untersuchte das 1. Lebensjahr. Sie teilt in Neugeborene und Säuglinge vom 1. bis 3. Monat, 3. bis 6. Monat und 6. bis 12. Monat ein. Die Zahl der untersuchten Kinder wurde nur in den ersten beiden Gruppen angegeben (12 Neugeborene, 15 Säuglinge vom 1. bis 3. Monat). Die Zahl der Probanden in den verschiedenen Mitteilungen sind in Tab. IVc und V aufgelistet.

Übereinstimmung herrscht nach den Ergebnissen der verschiedenen Autoren in der Beurteilung einer ersten Phase der Weitenzunahme des III. Ventrikels bis zum Abschluß des 1. Lebensjahres und ebenso in einer zweiten Phase bis zum 14. Lebensjahr, die keine wesentliche Änderung des Querdurchmessers der 3. Hirnkammer erkennen läßt. Ein Versuch, den Übergang der beiden Phasen zeitlich festzulegen, konnte in der echoencephalographischen Literatur nicht gefunden werden. Die meisten Autoren teilten den Altersabschnitt nach dem vollendeten ersten Lebensjahr in Kleinkinder vom 2. - 6. bzw. 7. Jahr und Schulkinder vom 6. bzw. 7. - 14. Jahr ein. Lediglich M. JACOBI (1966) gab einen Mittelwert (5,5 mm) der Kinder bis 3 Jahre an.

MOSTAFAWY (1971) beschränkte sich auf die recht summarische Feststellung, daß die Weite des 3. Ventrikels 3 - 6 mm mißt und 6 mm nicht überschreitet. Dem liegt eine Untersuchung an 200 Kindern vom Frühgeborenen bis zum 16. Lebensjahr zugrunde. Schließlich wäre noch eine Veröffentlichung

von ERBA/LOMBROSO (1968) zu erwähnen, die in einer zweidimensionalen Studie bei Kindern und jungen Erwachsenen einen Normalwert für die Weite des III. Ventrikels von 4 - 8 mm angaben; erst ab lo mm soll es sich um einen pathologischen Befund handeln.

3. Pneumencephalographische Befunde des III. Ventrikels in der Pädiatrie

Die Frage der Beziehungen von Gehirn und Ventrikelsystem war seit Einführung der Pneumencephalographie durch DANDY (1918) und BINGEL (192o) von großem Interesse. DANDY (1918) berichtete in seiner ersten Abhandlung über 2o Kinder im Alter von 6 bis 12 Monaten. Auch unter BINGEL's (192o) ersten Patienten waren Kinder. Seither sind zu diesem Thema über 15o pädiatrische Arbeiten veröffentlicht worden (BRUIJN, 1963).

Neben den Angaben der Autoren über injizierte Luftmenge, Symmetrie der Seitenventrikel und den diagnostischen Möglichkeiten des PEG, fällt ein immer wiederkehrender Hinweis über Veränderungen im PEG vor und nach dem 2. Lebensjahr auf. Der erste Anhalt findet sich 1927 bei VON METTENHEIM und im gleichen Jahr bei SAUER; letzterer demonstrierte mit Hilfe von Diapositiven die normalen Kontrastschatten der Luft über der Hirnkonvexität zwischen dem 1. und 6. Lebensjahr. Er schreibt: "Sehr auffallend ist die normale Größe der liquorführenden Konvexitätsräume beim Säugling in den ersten Lebensjahren (!), während vom 6. Lebensjahr aufwärts keine Unterschiede in der Menge der Oberflächenluft gegenüber Encephalogrammen Erwachsener bestehen". GRÄVINGHOFF (1928) und LURANO (1937) bestätigten diese Feststellung. BRINES/LORD (1939) warnten davor, gewissen pneumencephalographischen Befunden bei Kindern unter 3 Jahren eine prognostisch ungünstige Bedeutung beizumessen. SMITH/CROTHERS (1949) fanden diese charakteristische Erscheinung der Subduralfüllung bei 7o % der Kinder unter 2 Jahren im Gegensatz zu 1o % derjenigen über 2 Jahre. BRENNER schlug schon 1942 vor, die Grenze auf 2 Jahre zu senken. ZELLWEGER (1949/5o), DURAND/SCAGLIOTTI (1951), MÜLLER (1953), HAGBERG et al (1959) schlossen sich nach eigenen Beobachtungen dieser Zweijahresgrenze an. Seitdem

in neuerer Zeit nur kleine Luftmengen (2o-3o ml) verwandt werden, ist die Häufigkeit und Intensität der Subarachnoidalfüllung verringert worden und das Problem etwas in den Hintergrund getreten. Eine eindeutige Erklärung hierfür steht aber noch aus.

Hatten die eben erwähnten Autoren ihr Hauptaugenmerk weniger der 3. Hirnkammer als vielmehr dem gesamten Ventrikelsystem mit Oberfläche und Zisternen gewidmet, so finden sich auch in späteren Arbeiten nur vereinzelte Angaben über den hier interessierenden III. Ventrikel im Kindesalter. Komplikationsmöglichkeiten und die Belästigung des Kindes durch das Pneumencephalogramm, verbieten eine gezielte Reihenuntersuchung hirngesunder Probanden von selbst. Bedenkt man, daß der Pneumencephalographie nur Patienten mit klinischer Indikation zur Verfügung stehen, so wird die Schwierigkeit Normalwerte durch diese Methode zu erhalten verständlich.

HEINRICH (1939/41) nahm aufgrund 18 "neurologisch gesunder Personen" unter 2o Jahren an, daß die Hirnkammern vor dem 6. Lebensjahr am kleinsten, mit dem 1o. Lebensjahr aber bereits Erwachsenengröße erreicht haben. BRENNER (1942) stellte eine direkte Proportionalität zwischen Seitenventrikel und III. Ventrikel fest. DEKABAN (1959) wies auf die Möglichkeit hin, daß das Ventrikelsystem postnatal größer sein könnte als im 2. Lebensjahr. In diesem Zusammenhang sind Untersuchungsergebnisse von BACKMUND/DECKER (197o) von Interesse, die trotz der inzwischen kleineren Luftmenge von nur 1o % Normalbefunden bei pneumencephalographierten Säuglingen berichten; der Anteil der pathologischen Befunde lag damit wesentlich höher als im Erwachsenenalter. GÖLLNITZ (1951) ermittelte bei 13o äußerlich hirngesunden Kindern zwischen 4 und 14 Jahren einen Normbereich für den Querdurchmesser des III. Ventrikels von 3,5 - 5,o. ENGESET/LÖNNUM (1958) gaben bei 25 Kindern im Alter von 6-15 Jahren einen Mittelwert von 6,24 mm an. BRUIJN (1959) bezog sich auf 163 Probanden, die er in solche unter und

über 2o Jahre teilte; dabei fand er bei 1o2 Personen des männlichen Geschlechts eine durchschnittliche Weite der 3. Hirnkammer von 8,8 mm, bei 61 des weiblichen Geschlechts eine Weite von 7,2 mm. BORGERSEN (1966) teilte eine mittlere Weite des III. Ventrikels in seinem hinteren Anteil von 9,14 mm mit. Ermittelt wurde diese Zahl an 7 Kindern im Alter von 6-15 Jahren. Schließlich gab LODIN (1968) einen Normbereich von 4,5-7,o mm an. Das zugrundeliegende Probandenmaterial umfaßte loo aus neuropsychiatrischer Sicht encephalographierte Kinder bis zum 15. Lebensjahr. In der Untersuchung wurden Weiten des III. Ventrikels bis zu 8 mm berücksichtigt. Im einzelnen ergab sich ein an 5 Säuglingen gemessener Mittelwert von 4 mm, der Mittelwert im 2. Lebensjahr (1o Kinder) betrug 6-7 mm und änderte sich danach bis zum 15. Lebensjahr nicht mehr. Alle erhobenen Befunde sind in Tab. II zusammengetragen.

HEINRICH (1939/41), BRENNER (1942), GÖLLNITZ (1951) und BRUIJN (1959/63) konnten im Kindesalter keine Beziehung zwischen Alter und Weite des Ventrikelsystems nachweisen.

III Material und Methode

Vom Januar 1972 bis Februar 1973 wurden 743 Kinder vom ersten Lebenstag bis zum nicht vollendeten 16. Lebensjahr echoencephalographisch untersucht. Die Einteilung der Altersgruppen wurde wie folgt vorgenommen:

o - 1o Tage, bis 3 Monate, bis 6 Monate,
bis 12 Monate, bis 18 Monate, bis 24 Monate,

das Kollektiv vom 2. Lebensjahr bis nicht vollendetem 16. Lebensjahr wurde in 2 Jahresschritte eingeteilt. Jede Gruppe umfaßte mindestens 5o Probanden. Bei der Aufschlüsselung der Echogramme in männlich und weiblich, ergaben sich 445 männliche und 298 weibliche Befunde. Die Untersuchung wurde mit einem Ultraschallgerät der Firma SIEMENS REINIGER AG (Echoencephalograph nach KRAUTKRÄMER, Typ USM 1) vorgenommen; eindimensionale Meßverfahren bei bitemporaler Beschallung. Prüfkopf: Durchmesser 15 mm, Frequenz 2 MHz. Dokumentation mit einer Polaroid-Land-Kamera. Als Kopplungsmittel wurde Aquasonic benutzt. Die Ausmessung der Weite des III. Ventrikels erfolgte mit Hilfe eines Stechzirkels an der Basis der Echoauslenkung durch Übertragung auf Millimeterpapier. Die Untersuchung wurde an einem neurologisch-psychiatrisch und neurochirurgisch gesunden Probandengut vorgenommen, das einesteils in der eigenen Klinikambulanz, zum anderen Teil in verschiedenen Berliner Kinderkliniken ausgewählt wurde. Die Ergebnisse einzelner Altersgruppen wurden statistisch auf Signifikanzen untersucht (WILCOXON-Test für 2 Stichproben, GEIGY-Tabellen). Außerdem wurden der arithmetische Mittelwert, die Spannweite, der Zentralwert und die Perzentil-Werte (8o bzw. 95 %-Bereich) gemessen.

Zur Sicherung des Zusammenhangs zwischen Ventrikelgröße und Lebensalter diente die Berechnung der Regressionsgeraden und des Korrelationskoeffizienten mit dem Tischcomputer Wang 7oo. Die statistischen Untersuchungen erfolgten in Zusammenarbeit mit dem Institut für Med. Statistik und Dokumentation der Freien Universität Berlin-Steglitz, Dir. Prof. Fuchs.

IV Fragestellung

In den bisherigen Veröffentlichungen über das Ventrikelsystem im Kindesalter (LITHANDER 1961, JACOBI/SCHUCH 1966, M. JACOBI 1966, FEUERLEIN/DILLING 1967, DILL 1971, GRUMME et al 1971, MOSTAFAWY 1971, KRIJGSMAN 1972) finden sich detaillierte Angaben nur im ersten Lebensjahr. Nach dieser Zeit bis zum 16. Lebensjahr fehlt eine für diesen wichtigen Abschnitt des jugendlichen Wachstums entsprechende Aufteilung in kleine Altersgruppen bei genügend großer Anzahl von Echogrammen pro Gruppe.

Aufgabe dieser Arbeit soll es sein, bei kleinen Altersstufen und auf der Basis einer ausreichend großen Anzahl Probanden pro Gruppe, folgende Fragen zu klären:

a) Wie verhält sich die Weite des III. Ventrikels bei Kindern zwischen 0-16 Jahren?
b) Beantwortung der für die Neuroradiologie so überaus wichtigen Frage nach Mittelwerten und Normbereichen in der Weite des III. Ventrikels. Ermittlung des obersten und untersten Grenzwertes für verschiedene Altersgruppen.
c) Läßt sich eine Korrelation zwischen der Weite des III. Ventrikels und dem Lebensalter nachweisen?
d) Erlaubt die Unterteilung in kleine Altersstufen eine Aussage über die physiologische Entwicklung der 3. Hirnkammer? Lassen sich verschiedene Wachstumsphasen nachweisen und zeitlich näher begrenzen?
e) Lassen sich nach Aufschlüsselung der Echogramme in Mädchen und Jungen signifikante Unterschiede feststellen?
f) Finden sich auf die Frage nach a), b), c), d) geschlechtsspezifisch unterschiedliche Antworten?

V Ergebnisse

Tab. VI zeigt die Ergebnisse der Neugeborenen, Säuglinge und Kinder bis zum nicht vollendeten 16. Lebensjahr in allen Einzelheiten. Mittelwerte, 95 %-Bereiche und Regressionsgeraden werden graphisch dargestellt (Abb. 1-6). In allen errechneten Parametern läßt sich ein erster kräftiger Anstieg von der Geburt bis zur Altersgruppe der 2-4jährigen feststellen; danach ist ein eher plateauartiges Verhalten bezüglich der Weitenzunahme des III. Ventrikels festzustellen. Eine Differenz der arithmetischen Mittelwerte von 1,28 mm von der Geburt bis zum nicht vollendeten 4. Lebensjahr stand eine Größenzunahme von o,25 mm der Kinder von 4-16 Jahren gegenüber, wobei die Weitenzunahme der 3. Hirnkammer keinesfalls gleichmäßig auf die einzelnen Altersgruppen verteilt war. So zeigte das erste Lebensjahr eine besonders ausgeprägte Zunahme, die danach geringer wurde und zwischen dem 4.-14. Lebensjahr - sieht man von minimalen rückläufigen Schwankungen ab - stagnierte. Lediglich zwischen den beiden letzten Altersgruppen (14-16 Jahre) fand sich wieder ein leichter Anstieg des arithmetischen Mittelwertes von o,19 mm. Die Feststellungen, denen die arithmetischen Mittelwerte zugrunde lagen, ließen sich durch die übrigen Parameter (Zentralwert, 8o %-Bereich, 95 %-Bereich und die Extremwerte) sowie auch durch den WILCOXON-Test bestätigen. Dieser Test fordert keine Voraussetzung hinsichtlich der Verteilung und konnte daher angewandt werden. Als Signifikanz wurde das 5 %-Niveau gewählt. Auf dieser Basis konnten signifikante Unterschiede in der Weite des III. Ventrikels zwischen Neugeborenen und Säuglingen, dem ersten bis vierten Trimenon sowie zwischen Säuglingen und Kleinkindern festgestellt werden. Die Befunde der 2-4jährigen gegenüber den 14-16jährigen ließen ebenfalls signifikante Differenzen erkennen. Demgegenüber war bei den Kindern von 2-4 Jahren zu denen von 12-14 Jahren und den 12-14jährigen zu den

14-16jährigen keine statistischen Beziehungen zu ermitteln. Die Frage der Geschlechtsdifferenz innerhalb der gewählten Altersgruppen konnte lediglich bei den 8-lojährigen positiv beantwortet werden.

Eine Analyse der nach den hier erhobenen Befunden im Mittelpunkt der beiden Wachstumsphasen des III. Ventrikels stehenden Gruppen der 2-4jährigen ergab, daß die Phase des ersten Wachstums schon mit dem 3. Lebensjahr abgeschlossen ist. Zur Überprüfung der zeitlichen Abhängigkeit und des Verlaufes wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate für das Gesamtkollektiv und für beide Geschlechter getrennt die Geraden berechnet, die den Meßergebnissen am besten angepaßt waren. Der Korrelationskoeffizient unterschied sich signifikant von Null ($2\alpha < 5\ \%$), d.h., es besteht dann ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen Lebensalter und Ventrikelgröße.

Das Problem wurde derart angegangen, daß zuerst die Regressionsgerade über das gesamte Kollektiv und anschließend probeweise eine getrennte Gerade über die beiden vermuteten Wachstumsphasen errechnet wurden. Hierbei mußte neben der geforderten Korrelation auf den Anschluß beider Geraden geachtet werden. Während die Gerade über das gesamte Kollektiv einen statistisch sicheren Zusammenhang zwischen Lebensalter und Ventrikelgröße erkennen ließ, gestaltete sich die Darstellbarkeit der Geraden über den beiden Wachstumsphasen sehr viel schwieriger. Es zeigte sich, daß die ausreichende Korrelation der Gesamtgeraden sich aus einem hohen Zusammenhang der ersten Lebensjahre und einer sich um den Prüfquotienten von 1,956 (unterer Grenzwert) bewegenden niedereren Korrelation der zweiten Wachstumsphase zusammensetzte. Ein gerade noch ausreichender Zusammenhang der Meßergebnisse der 4-16jährigen wurde bei den 3-16jährigen nicht mehr erzielt. Der Anschluß der Teilgeraden für männlich, weiblich und alle Probanden war aber erst bei 36, 23 bzw. 27 Monaten zu erreichen. Von diesen verschiedenen Zeitpunkten an ließ sich keine ausreichende

Korrelation für das jeweilige Kollektiv bis 16 Jahre errechnen. Daher wurde für diesen Altersbereich der Mittelwert gebildet. Dieser lag bei 4,38 mm, damit um nur o,14 mm unter dem Maximum bei 191 Monaten und um o,11 mm über dem Minimum der für diesen Altersabschnitt errechneten Geraden. Bei dieser sich stark der Horizontalen nähernden Geraden der 27 Monate bis 16 Jahre alten Probanden, handelt es sich im Sinne der Regressionsrechnung um die"beste Gerade", wenn man auf den geforderten statistischen Zusammenhang (obere Grenze der Irrtumswahrscheinlichkeit 5 %) keine Rücksicht nimmt; dabei wurde die notwendige Signifikanz nur geringfügig ($2 \alpha < 6$ % statt 5 %) verfehlt.

Damit bestätigte sich die anhand der arithmetischen Mittelwerte getroffene Feststellung, daß die erste Wachstumsphase mit dem 3. Lebensjahr abgeschlossen ist; danach kommt es in einer zweiten Phase - wie nach den errechneten Werten und dem WILCOXON-Test anzunehmen war - zum Stillstand im Wachstum der 3. Hirnkammer. In Abb. 4,5,6 wurde der Zusammenhang zwischen Alter und Weite des III. Ventrikels graphisch dargestellt.

Abb. 7 zeigt die Verteilungskurve, die mit zunehmendem Alter Tendenz zu höheren Werten, Mehrgipfligkeit und eine Verbreiterung der Basis zu erkennen gibt.

In Tab. VII sind Anzahl der Meßpunkte, Korrelationskoeffizient und statistisch erhobene Gleichungen der einzelnen Regressionsgeraden aufgeführt.

VI Diskussion

Pneumencephalographische Untersuchungen des Ventrikelsystems werden seit über 5o Jahren vorgenommen. Zahlenangaben über den Querdurchmesser der 3. Hirnkammer im Kindesalter finden sich aber nur bei einigen Autoren. GÖLLNITZ (1951) teilt einen Normbereich von 3,5-5,o mm mit, wobei die obere Grenze der Norm bei 5,o mm liegen soll. ENGESET/LÖNNUM (1958) und BORGERSEN (1966) geben je einen Mittelwert von 6,25 mm bzw. 9,14 mm an. LODIN (1968) ermittelte bei 5 "gesunden" Säuglingen einen Mittelwert von 4,o mm, bei lo "gesunden" Kindern des 2. Lebensjahres einen solchen von 6 mm bis 7 mm, danach soll sich die Weite des III. Ventrikels bis zum 15. Lebensjahr nur unwesentlich ändern.

Echoencephalographisch ermittelte Normbereiche, obere Normgrenzen und Mittelwerte bei Neugeborenen, Säuglingen und Kindern ab dem 2. bis zum 14. Lebensjahr teilten LITHANDER (1961), JACOBI/SCHUCH (1966), M. JACOBI (1966), FEUERLEIN/DILLING (1967), GRUMME et al (1971), DILL (1971), MOSTAFAWY (1971) und KRIJGSMAN (1972) mit. Eine graphische Darstellung über den gesamten, hier angesprochenen Altersbereich findet sich in der Monographie von SCHIEFER/KAZNER (1967). Einigkeit scheint bei den genannten Autoren dahingehend zu bestehen, daß nach einer ersten Weitenzunahme des III. Ventrikels sich dieser im und über das Kleinkindalter hinaus bis zum 14. Lebensjahr hinsichtlich seines Querdurchmessers nur noch unwesentlich verändert. In allen echoencephalographischen Arbeiten fehlen jedoch genauere Untersuchungen des 2. Lebensjahres und eine Einteilung der nachfolgenden Jahre in kleinere Altersgruppen. Mit Ausnahme von M. JACOBI (1966) wird von anderen Autoren erst wieder die Gruppe der 2-6jährigen summarisch bearbeitet. Demzufolge ließ sich auch kein Autor finden, der an einem repräsentativen Material speziell der Frage nachgegangen wäre, wann genau die erste Entwicklungsphase des III. Ventrikels abgeschlossen sei. Von Interesse scheint in diesem

Zusammenhang eine später zu diskutierende Studie von BERGERHOFF/MARTIN (1954) zu sein, die das Schädelwachstum in 3 Phasen einteilen, wobei nach dem ersten Stadium mit 2 ½ Jahren das Breiten- und Höhenwachstum der vorderen Schädelgrube zum Stillstand kommt. In diesem Zusammenhang sei auf die Bemerkung von BRUIJN (1963) hingewiesen, der aufgrund umfangreichen Literaturstudiums und eigenen Erfahrungen feststellte: "Anscheinend existieren deutlich unterscheidbare Entwicklungsstufen zwischen 2 und 6 Jahren."

HEINRICH (1939/41), BRENNER (1942), GÖLLNITZ (1951) und BRUIJN (1963) konnten keine lineare Beziehung zwischen Alter und Ventrikelsystem finden. In der echoencephalographischen Literatur des Kindesalters fand sich kein Versuch, eine lineare Beziehung zwischen Querdurchmesser der 3. Hirnkammer und dem Lebensalter aufzustellen.

Zu Beginn dieser Arbeit waren mindestens 5o Echogramme pro gewählter Altersgruppe festgelegt worden. Eine Auswahl in männliche und weibliche Probanden wurde nicht vorgenommen. Bei der Aufschlüsselung des Gesamtkollektives von 743 Probanden ergaben sich daher rein zufällig die Anzahl von 445 männlichen und 298 weiblichen Probanden. Das Verhältnis in den einzelnen Altersgruppen ist aus Tab. VI zu ersehen.
Eine Aufteilung in männliche und weibliche Probanden im Kindesalter konnten in der echoencephalographischen Literatur nicht gefunden werden. Ein Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren kann deshalb hier nicht vorgenommen werden. Bei Neugeborenen und auch Säuglingen bis zum 3. Lebensmonat ließen sich für die Jungen geringfügig höhere Werte ermitteln als für die Mädchen. Nach dem 6. Lebensmonat kehren sich die Weitenverhältnisse der 3. Hirnkammer um, so daß die Mädchen einen steileren Anstieg der Entwicklungskurve zeigen als die Jungen und auch früher die erste Entwicklungsphase in der Größenzunahme des III. Ventrikels abschließen (siehe Abb.2). Die Regressionsgeraden der ersten Wachstumsphase zeigen das gleiche Bild (siehe

Abb. 4), wobei beide Geschlechter eine gute Korrelation aufweisen. In der folgenden plateauartigen Entwicklung der 3. Hirnkammer ist bei dem steten auf und ab der Mittelwerte (siehe Tab. VI und Abb. 3) eine Dominanz des einen oder anderen Geschlechtes kaum anzunehmen. Insgesamt scheinen aber die Mädchen geringfügig höhere Werte des Querdurchmessers der 3. Hirnkammer aufzuweisen als die Jungen. Die Regressionsgeraden über diesen zweiten Abschnitt der Entwicklung des III. Ventrikels zeigen einen annähernd gleichen Verlauf, wobei sich beide Geraden der Horizontalen annähern und keine befriedigende Korrelation aufweisen. Da beide Geraden in etwa aufeinanderliegen, wurde auf eine Zeichnung der einzelnen Geraden zugunsten der Gesamtgeraden (siehe Abb. 6) verzichtet. Der Zusammenhang der beiden Wachstumsphasen (siehe Abb. 4 und 5) konnte bei den Mädchen im 24. Lebensmonat, bei den Jungen im 36. Lebensmonat und bei allen Probanden im 27. Lebensmonat ermittelt werden. Der WILCOXON-Test für 2 Stichproben kam bei den Neugeborenen, den 2-4jährigen, den 8-10jährigen und den 14-16jährigen zur Anwendung. Zwischen den Geschlechtern konnte bei diesen Altersgruppen mit Ausnahme der 8-10jährigen keine Signifikanz festgestellt werden. Die Signifikanz der 8-10jährigen muß auf ein zufälliges Auseinanderweichen der Mittelwerte zurückgeführt werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß es keine geschlechtsspezifischen signifikanten Unterschiede in der Weite des Querdurchmessers der 3. Hirnkammer im Kindesalter gibt. Der ersten starken Weitenzunahme folgt bei beiden Geschlechtern eine annähernde Stagnation der Weite des III. Ventrikels, wobei der Übergang von der ersten in die zweite Phase mit dem 2. Lebensjahr beginnt und mit dem 3. Lebensjahr abgeschlossen sein sollte.

Im folgenden sollen die eigenen Ergebnisse des Gesamtkollektivs im Vergleich mit denen der Literatur besprochen werden. Da die einzelnen Meßwerte in den Gruppen nicht streng normal verteilt waren und sich daher eine Normver-

teilung nicht errechnen ließ, wurde den Normbereichen aus der Literatur ein 95 %-Bereich der eigenen Ergebnisse gegenübergestellt. In Tab. IV und V wurden Altersgruppen entsprechend der Literatur zusammengefaßt.

Die eigenen Befunde der Neugeborenen von 2,3 - 4,0 mm im 95 %-Bereich, liegen in etwa in der Mitte der Normbereiche von JACOBI/SCHUCH (1966) von 3,0 - 4,5 mm und FEUERLEIN/DILLING (1967) von 1,4 - 4,2 mm. Die Angabe von KRIJGSMAN (1972), der III. Ventrikel bei Neugeborenen sei 2 mm oder kleiner, konnte in der Literatur und bei den eigenen Ergebnissen nicht bestätigt werden. Die Befunde der Frühgeborenen (Tab. III) entsprechen bei JACOBI/SCHUCH (1966) in etwa den eigenen Werten der Neugeborenen, während bei GRUMME et al (1971) die Ergebnisse der Gewichtsklasse über 2000 g den Verhältnissen beim Neugeborenen am nächsten kommen. Mit zunehmender biologischer Reife der Frühgeborenen (GRUMME et al, 1971) scheinen die Werte von Früh- und Neugeborenen zum Zeitpunkt der Geburt sich anzugleichen. Im Säuglingsalter lassen sich detaillierte Altersangaben der verschiedenen Autoren finden. Die Ergebnisse der Tab. IV stimmen weitgehend mit den eigenen Befunden überein, sieht man von höheren Normgrenzen (2-6 mm bei 3-6 Monaten, 4-6 mm bei 6-12 Monaten) bei KRIJGSMAN ab. Auffallend ist die nahezu völlige Übereinstimmung der eigenen Werte (2,5-5,0 mm) mit den Angaben von FEUERLEIN/DILLING (1967) 2,3 - 5,1 mm) beim Gesamtkollektiv der Säuglinge. Auch der Vergleich in kleineren Altersabschnitten (2,4 - 4,5 mm) mit den Befunden von M. JACOBI (1966) (2,5 - 4,5 mm) brachte ein ähnlich gutes Ergebnis. Die Angaben von DILL (1971) (3 $\pm$ 1 mm) stimmen in etwa mit dem eigenen 80 %-Bereich (2,5 - 4,0 mm) überein. LITHANDER's (1961) obere Grenze von 5,5 mm wurde mit 5,0 nicht ganz erreicht. Bei den Kindern bis 16 Jahren kann ebenfalls hinsichtlich der Normgrenzen eine Übereinstimmung der eigenen Ergebnisse (3,2 - 6,0 mm) mit denen von FEUERLEIN/DILLING (3,4 - 6,4 mm) und M. JACOBI (zwei obere Normgrenzen bei 5,5 mm und 6,0 mm) festgestellt werden. JACOBI/SCHUCH (1966) teilten demgegenüber etwas höhere Werte

(4,o - 6,o mm bzw. 4,o - 7,o mm) mit. Die von DILL (1971) für die 2-6jährigen (4 ± 1 mm) und für die 6-14jährigen (5 ± 1 mm) stimmen auch hier wieder annähernd mit dem 2o %-Bereich der eigenen Ergebnisse (entspr. 3,4 - 5,4 mm bzw. 3,7 - 5,7 mm) überein. Vergleichende Mitteilungen zur Gruppe der 14 - 16jährigen (Tab. V) konnten in der Literatur nicht gefunden werden.

Der recht summarischen Feststellung MOSTAFAWYs (1971), daß im Kindesalter erst eine Ventrikelweite von mehr als 6 mm als pathologisch angesehen werden könne, kann hier nicht ohne weiteres zugestimmt werden. Nach den eigenen Ergebnissen soll der III. Ventrikel bei Neugeborenen eine Weite von 4 mm nicht überschreiten. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß neugeborene Myelocelen mit einem III. Ventrikel von 6 mm stets einen pathologischen Hirnmantelindex (nach SCHIEFER/KAZNER, 1967) als Zeichen einer zusätzlichen Erweiterung des Seitenventrikels hatten und später einen shuntpflichtigen, progressiven Hydrocephalus entwickelten (GRUMME/SCHULZE, 197o; GRUMME/TILLEY, 1971). Am Ende des ersten Lebensjahres kann die obere Grenze der Norm mit 5 mm angesetzt werden. Nach dem 2. bis zum 16. Lebensjahr kann einem oberen Grenzwert von 6 mm zugestimmt werden. Die eigenen Ergebnisse lagen hier im 95 %-Bereich zwischen 3,7 bis 6,o mm und in den Maximalwerten zwischen 6,o und 6,5 mm.

Signifikante Unterschiede zwischen Neugeborenen und Säuglingen einerseits, und Säuglingen und Kleinkindern andererseits sowie zwischen dem ersten und zweiten bis vierten Trimenon, wie sie von FEUERLEIN/DILLING (1966) gefunden wurden, können hier bestätigt werden. Das gleiche gilt für die graphische Darstellung der Verteilungskurve.
Ein Vergleich mit pneumencephalographischen Befunden bei Neugeborenen kann nicht vorgenommen werden, da hier keine Ergebnisse vorliegen. Im Säuglingsalter weist BRENNER (1942) in seiner Monographie auf einige pneumencephalographische

Untersuchungen an normalen Kindern des 1. Lebensjahres hin, gibt aber keine Zahlen über die Ventrikelweite in diesem Lebensalter an. LODIN (1968) teilt einen Mittelwert von 4 mm mit, der an 5 Säuglingen ermittelt wurde. Dieses Ergebnis liegt innerhalb des hier ermittelten 95 %-Bereiches. Der Mittelwert der Kinder bis 2 Jahren von 6 - 7 mm scheint bei einem eigenen 95 %-Bereich von 3,o - 5,o mm etwas zu hoch angesetzt. ENGESET/LÖNNUM (1958) gaben aufgrund von Untersuchungen an 25 Kindern zwischen dem sechsten und 15. Lebensjahr einen Mittelwert der 3. Hirnkammer von 6,24 mm an. Dieser Wert liegt über den gefundenen Normgrenzen und nähert sich dem in diesem Altersbereich gefundenen Maximalwert von 6,5 mm. Würde man hier allerdings eine 3o%ige Verzeichnung annehmen (SCHIEFER/KAZNER, 1967 erhielten damit eine loo%ige Übereinstimmung zwischen Echo- und Pneumencephalographie), so würde man einen Mittelwert von 4,4 mm erhalten. Bei einem aus den eigenen Ergebnissen für diesen Altersbereich gefundenen Mittelwert von 4,38 mm wäre dann eine nahezu völlige Übereinstimmung erreicht. GÖLLNITZ ermittelte einen Normbereich von 3,5 - 5,o mm, wobei auch die oberste Grenze des Normalen bei 5,o mm liegen soll. Zugrunde liegen diesen Ergebnissen Untersuchungen an 13o Kindern im Alter von 4 bis 14 Jahren. Ein Vergleich mit den eigenen Ergebnissen im 95 %-Bereich von 3,2 - 6,o mm (8o %-Bereich 3,7 - 5,7 mm) ergibt eine annähernde Übereinstimmung, wobei die obere Grenze des Normalen etwas zu tief erscheint.

Deutlich unterscheidbare Entwicklungsstufen zwischen dem 2. bis 6. Lebensjahr, wie sie BRUIJN (1963) annahm, können nur insofern bestätigt werden, als die Phase des ersten Wachstums der Weite der 3. Hirnkammer zwischen dem 2. und 3. Lebensjahr beendet ist. Das Fehlschlagen des Versuches eine lineare Beziehung zwischen Ventrikelsystem und Lebensalter zu erstellen (HEINRICH 1939/41, BRENNER 1942, GÖLLNITZ 1951, BRUIJN 1963) kann nur damit erklärt werden, daß die Autoren überwiegend oder ganz ihre Messungen an Probanden im Alter von 4 - 16 Jahren (GÖLLNITZ bei 4 - 14jähri-

gen) vornahmen, in einem Altersbereich also, der auch bei einem der Echoencephalographie zugänglichen homogenen Probandengut keine ausreichende Korrelation zuläßt. Der Meinung DEKABANS (1959), "die Ventrikel sind bei der Geburt etwas größer als im 2. Lebensjahr" und SJÖGRENS (1970), "die Weite des III. Ventrikels nehme zwischen dem 2. und 12. Lebensmonat fortschreitend ab", kann hier anhand eines umfangreichen Untersuchungsmaterials entgegengetreten werden, läßt sich doch gerade in den ersten beiden Lebensjahren eine hohe Korrelation zwischen Lebensalter und Weite des III. Ventrikels in dem Sinne feststellen, daß die Ventrikelgröße mit dem Alter zunimmt (Abb. 5). Die Frage, warum der anschließende Altersabschnitt bis 16 Jahre, neben annäherndem Stillstand des Breitenwachstums der 3. Hirnkammer, keine befriedigende Korrelation erbrachte, kann mit der vorliegenden Untersuchung nicht beantwortet werden. Eine Erklärung für den annähernden Stillstand des Breitenwachstums könnte im Stillstand des Höhen- und Breitenwachstums der vorderen Schädelgrube (BERGERHOFF/MARTIN, 1964) zu suchen sein. Die physiologische Entwicklung des III. Ventrikels wäre dann als paralleler Vorgang zum Wachstum der vorderen Schädelgrube zu sehen.

VII Zusammenfassung

Im Zeitraum von Januar 1972 bis Februar 1973 erfolgten bei 743 Probanden echoencephalographische Untersuchungen der 3. Hirnkammer.

1.) Es wurden an einem ausreichend großen Probandengut Normalwerte sowie obere und untere Grenzwerte der Weite der 3. Hirnkammer vom 1. Lebenstag bis zum 16. Lebensjahr ermittelt.

2.) In Übereinstimmung mit anderen Autoren konnten zwei Phasen der Entwicklung des III. Ventrikels festgestellt werden.

3.) Der Übergang der ersten in die zweite Phase wurde im 2. bis 3. Lebensjahr ermittelt.

4. Eine Korrelation zwischen Lebensalter und Weite des Querdurchmessers der 3. Hirnkammer konnte nur für die erste Phase bis 27 Monate gefunden werden.

5.) Nach Aufschlüsselung der Echogramme in Jungen und Mädchen waren keine geschlechtspezifisch signifikante Unterschiede feststellbar.

VIII Literaturverzeichnis

1) BALLANTINE, H.T., BOLT, R.H., HUTER, G.F., LUDWIG, G.D.
On the detection of intracranial pathology by ultrasound.
Science, 112, 525-528 (1950)

2) BERGERHOFF, W., MARTIN, M.
Messungen von Winkeln und Strecken am Röntgenbild des Schädels von Säuglingen und Kleinkindern.
Fortschr. Röntgenstrahlen, 80, 742, (1954)

3) BINGEL, A.
Encephalographische Erfahrungen.
Z. ges. Neurol. Psychiat., 114, 323, (1928)

4) BORGERSEN, A.
Width of third ventricle; encephalographic and morbid anatomical study.
Acta radiol. diagn., 4, 645, (1966)

5) BRENNER, W.
Ergebnisse der Encephalographie im Kindesalter.
Ergebn. inn. Med. Kinderheilk., 62, 1238, (1942)

6) BRINES, J.K., LORD, E.
The place of encephalography in prognosis in childhood.
J. Pediat., 15, 836-843, (1939)

7) BRUIJN, G.W.
Pneumencephalography in the diagnosis of cerebral atrophy.
H.J. Smiths, Utrecht, 1959

8) BRUIJN, G.W.
Die neuroradiologische Einschätzung des Ventrikelsystems und seine Beziehungen zum Gehirn und Schädel im Säuglings- und Kindesalter.
In: D. Müller: Neuroradiologische Diagnostik und Symptomatik der Hirnentwicklung im Kindesalter.
Berlin, VEB, Volk und Gesundheit, 1963

9) CLARA, M.
Entwicklungsgeschichte des Menschen.
VEB Thieme-Verlag, Leipzig, 1955

1o) DANDY, W.E.
Ventriculography following the injection of air into the cerebral ventricles.
Ann. Surg., 68, 5, (1918)

11) DEKABAN, A.
Neurology of infancy.
William & Wilkins Cy, Baltimore, 1959

12) DECKER, K., BACKMUND, H.
Pädiatrische Neuroradiologie.
Thieme-Verlag, Stuttgart, 197o

13) DILL, R.
Echoencephalographische Normalwerte des kindlichen Ventrikelsystems in den verschiedenen Altersgruppen.
Monatschr. Kinderheilk., 119, 496, (1971)

14) DOCUMENTA GEIGY: Wissenschaftliche Tabellen,
7. Aufl., 1968

15) DURAND, P., SCAGLIOTTI, I.
Valore clinico dell'indagine encefalografica nei bambini della prima infanzia.
Min. Pediat., 3, 678-69o, (1951)

16) DUSSIK, K. Th.
Über die Möglichkeit, hochfrequente mechanische Schwingungen als diagnostisches Hilfsmittel zu verwerten.
Z. ges. Neurol. Psychiat., 174, 153-168, (1942)

17) EMERY, J.L.
The examination of the normal and hydrocephalic infant brain using ultrasound.
Develop. Med. Child Neurol., Suppl. 13, 87, (1967)

18) ENGESET, A., LÖNNUM, A.
Third ventricles of 12 mm width or more.
Acta radiol. diagn., 5o, 5, (1958)

19) ERBA, G., LOMBROSO, C.T.
Detection of ventricular landmarks by two-dimensional ultrasonography.
J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 31, 232, (1968)

2o) FEUERLEIN, W., DILLING, H.
Das Echoencephalogramm des III. Ventrikels in verschiedenen Lebensaltern.
Arch. Psychiat. Nervenkrankh., 2o9, 137, (1967)

21) FLIEGE, K., FEUERLEIN, W., BACKMUND, H.
Probleme und Ergebnisse bei der vergleichenden Messung des III. Ventrikels.
Arch. Psychiat. Nervenkrankh., 211, 333, (1968)

22) FORD, R., McRAE, D.L.
Echoencephalography - A standardized technique for the measurement of the width of the third and lateral ventricles.
In: Diagnostic ultrasound, New York, Plenum Press, p. 117, (1966)

23) FRÖMMEL, G.
Die postnatale Echoencephalographie bei Frühgeborenen.
Inaug. Diss., Berlin, 1971

24) GÖLLNITZ, G.
Über das normale Encephalogramm im Kindesalter.
Nervenarzt, 22, lol, (1951)

25) GORDON, D.
Echoencephalographie.
Rev. Neurol., 99, 652, (1958)

26) GRÄVINGHOFF, W.
Encephalographie im Kindesalter.
Med. Welt, 2, 249-251, (1928)

27) GROSSMANN, C.G.
The use of diagnostic ultrasound in brain disorders.
Thomas, Springfield, 1966

28) GRUMME, Th., FRÖMMEL, G., MEESE, W.
Postnatale echoencephalographische Untersuchungen bei Frühgeborenen.
Neuropädiatrie, 3, 155, (1971)

29) GRUMME, Th., SCHULZE, A.
Die postnatale, präoperative Echoencephalographie bei Neugeborenen mit zystischen Dysrhaphien und ihr Wert für die Früherkennung des Hydrocephalus.
Neuropädiatrie, 1, 249, (197o)

3o) GRUMME, Th., TILLEY, E.J.
Postnatal echoencephalography in cystic dyerhyphia.
Develop. Med. Child Neurol., Suppl. 22, 78, (197o)

31) GÜTTNER, W., FLIEDLER, G., PÄTZOLD, J.
Über Ultraschallableitungen am menschlichen Schädel.
Acustica 2, 148-156, (1952)

32) HAGBERG, B., HAMFELD, A., HOLMDAHL, M.H., LODIN, H.
Pneumo-encephalography in early infancy. Rieks, clinical indications and technical consideration.
Acta Paediat. Scand., 48, Suppl. 117, 61-78, (1959)

33) HEINRICH, A.
Das normale Enzephalogramm in seiner Abhängigkeit vom Lebensalter.
Z. Altersforsch., 1, 345, (1939)

34) HEINRICH, A.
Altersvorgänge im Röntgenbild.
Thieme-Verlag, Leipzig, 1941

35) JACOBI, G.
Echoencephalographie, in:
Handbuch der Kinderheilkunde, Bd. 8/1, S. 3o,
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, (1969)

36) JACOBI, G., SCHUCH, P.
Echo-Encephalographie und ihre Ergebnisse bei Kindern.
Pädiat. Praxis, 5, 433, (1966)

37) JACOBI, M.
Anwendungsmöglichkeiten und Ergebnisse der Echoencephalographie im Kindesalter.
Inaug. Diss., Erlangen, 1966

38) JEPPSON, S.
Echoencephalography. III. Further studies on the sources of the midline echo and a clinical evaluation.
Acta Chir. Scand., 119, 445, (1960)

39) JEPPSON, S.
Echoencephalography. IV. The midline echo: an evaluation of its usefullness for diagnosing intracranial expansivities and investigation into its sources.
Acta Chir. Scand., Suppl. 272, 1, (1961)

40) KAZNER, E., HOPMAN, H.
Possibilities and reliability of echoventriculography.
Ultras. in Med. Biology I. 17-32, (1973)

41) KAZNER, E., MAIER-HAUFF, K.
Zur Brauchbarkeit der Echoencephalographie bei der Bestimmung der Weite des III. Ventrikels.
Fortschr. Neurol. Psychiat., 40, 647, (1972)

42) KOURA, F.
The size of the ventricular system. A comparative study between echo- and pneumencephalography.
Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 29, 221, (1970)

43) KRIJGSMAN, J.B.
Echo-encephalography in normal newborns and infants. (A-Scan).
Neuropädiat., 3, 421, (1972)

44) KRÜGER, H.
Veränderungen im Echoventrikulogramm nach lumbaler Pneumencephalographie.
Nervenarzt, 40, 566, (1969)

45) KRÜGER, H.
Echoventrikulographie. Die Echoencephalographie der inneren Liquorräume.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, (1972)

46) KRÜGER, H., ZUMPE, V., VELTIN, A.
Zur Validität der Echoencephalographie der inneren Liquorräume.
Nervenarzt, 39, 8o, (1968)

47) METTENHEIM, H.v.
On the liquor cerebrospinalis and the encephalogram in childhood.
Internat. Clin., 4, Ser. 37, 97-lol, (1927)

48) LAUBER, H.
Das Pneumencephalogramm.
A. Barth, München, 1965

49) LEKSELL, L.
Echo-encephalography. I. Detection of intracranial complications following head injury.
Acta Chir. Scand., llo, 3ol, (1955/56)

5o) LIM, S.T., POTTS, D.G.
Changes in the ventricular size during fractional pneumencephalography.
Radiology, lo4, 585, (1972)

51) LITHANDER, B.
Clinical and experimental studies in echoencepnalography.
Acta Psychiat. Scand., 36 Suppl., 159, 1, (196o)

52) LITHANDER, B.
Echo-encephalography in children.
Acta Psychiat. Scand., 36 Suppl. 159, 37, (1961)

53) LODIN, H.
Size and development of the cerebral ventricular system in childhood.
Acta Radiol. Diagn., 7, 385, (1968)

54) MOSTAFAWY, A.
Pediatric Soncencephalography.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, (1971)

55) MÜLLER, D.
Über Hirnschäden nach Dystrophie im Säuglingsalter.
Deut. Z. Nervenhk., 17o, 167-171, (1953)

56) MURANO, G.
"La pediatria" Revist. mens. med. chir.
Napoli 45, 451-465, (1937)

57) OBERSCHULTE-BECKMANN, D., OTTO, D.
Vergleichende echoencephalographische, röntgenologische und anatomische Untersuchungen am dritten Ventrikel von Leichengehirnen.
Fortschr. Neurol. Psychiat. 4o, 55 (1972)

58) PIA, H.W., GELETNEKY, C.L.
Echoencephalographie.
Thieme-Verlag, Stuttgart, 1968

59) SAUER, W.
Die Luftverteilung an der Oberfläche des Gehirns bei verschiedenen Erkrankungen in encephalographischen Demonstrationen.
Münch. Med. Wochenschr. 74, 1o72-1o73, (1927)

6o) SCHÄFER, H.
Die Beurteilung hirnatrophischer Veränderungen im Kindesalter mit Hilfe des Röntgenbildes.
Kinderärztl. Praxis 31, 73, (1963)

61) SCHIEFER, W., KAZNER, E.
Klinische Echoencephalographie.
Springer-Verlag, Berlin, 1967

62) SCHIEFER, W., KAZNER, E., BRÜCKNER, H.
Die Echoencephalographie, ihre Anwendungsweise und klinische Ergebnisse.
Fortschr. Neurol. Psychiat. 31, 457, (1963)

63) SCHLAGENHAUFF, R.E., MAZUROWSKI, I., KRATZER, G.
Ultrasonic measurement of cerebral ventricular system.
Neurology 21, 1134, (1971)

64) SCHÜTTLER, R., HUBER, G.
Untersuchungen am III. Ventrikel durch Echoencephalographie und Pneumencephalographie.
Arch. Psychiat. Nervenkr. 213, 37o, (197o)

65) SMITH, H., CROTHERS, B.
Subdural effusion afte pneumoencephalography in children.
Transact. Am. Assoc. lol-lo3, (1949)

66) SJÖGREN, I.
Comparative studies between echoencephalography and cerebral pneumography in infantile hydrocephalus and cerebral malformations.
Intern. Symposium Echo-Encephalographie, Erlangen 1967.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, (1968)

67) SJÖGREN, I.
Echoencephalographic measurement of ventricular size in children.
Develop. Med. Child Neurol. lo, 145, (1968)

68) SJÖGREN, I.
Echoencephalography.
Am I. Diss. Child. 119, 45, (197o).

69) SJÖGREN, I., BERGSTRÖM, K., LODIN, H.
Echoencephalography in infants and children.
Acta Radiol. Suppl. 278, (1968)

7o) SPENGOS, M., KALLIS, D., KOKRAS, A., SCARPALEZOS, S.
Contrôl des mesures échoéncephalographiques du troisiéme ventricule par la tomographie axiale pneumoencéphalograpnique.
Rev. Neurol. 122, 337, (197o)

71) UMBACH, W., KLEY, M.
Untersuchung mit Ultraschall zur Diagnose und Verlaufskontrolle des kindlichen Hydrocephalus.
Deut. Med. Wochenschr., 9o, 1313, (1965)

72) VLIEGER, de M., RIDDER, H.I.
Use of echoencephalography.
Neurology 9, 216, (1959)

73) VOSS, H., HERLINGER, R.
Taschenbuch der Anatomie.
Bd. 3, 1o. Auflage, Fischer-Verlag, Stuttgart, 1959

74) ZELLWEGER, H.
Die Beurteilung der Subarachnoidalräume im Säuglingsencephalogramm.
Helv. Paed. Acta 4, 131-141, (1949)

A n h a n g (Tabellen und Abbildungen)

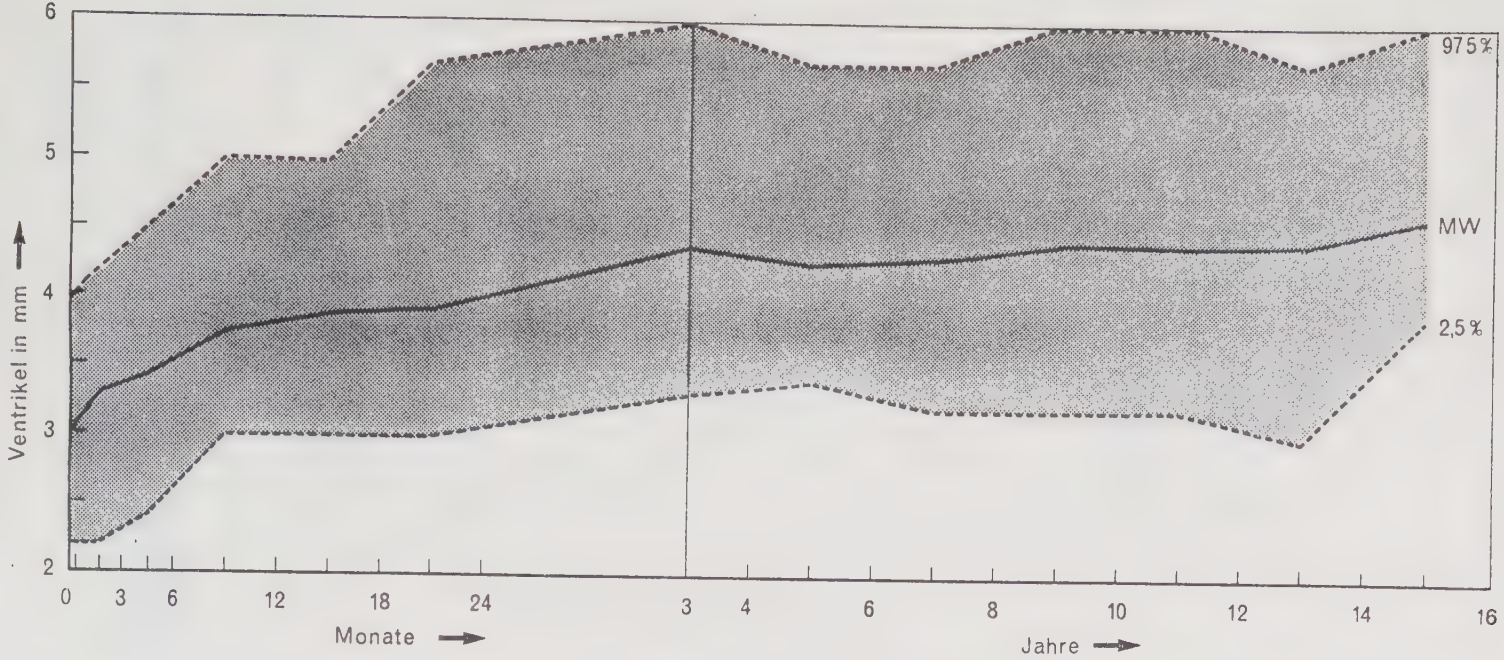


Abb. 1: Übersicht des Gesamtmaterials. Mittelwert (MW) und 95%-Bereich.

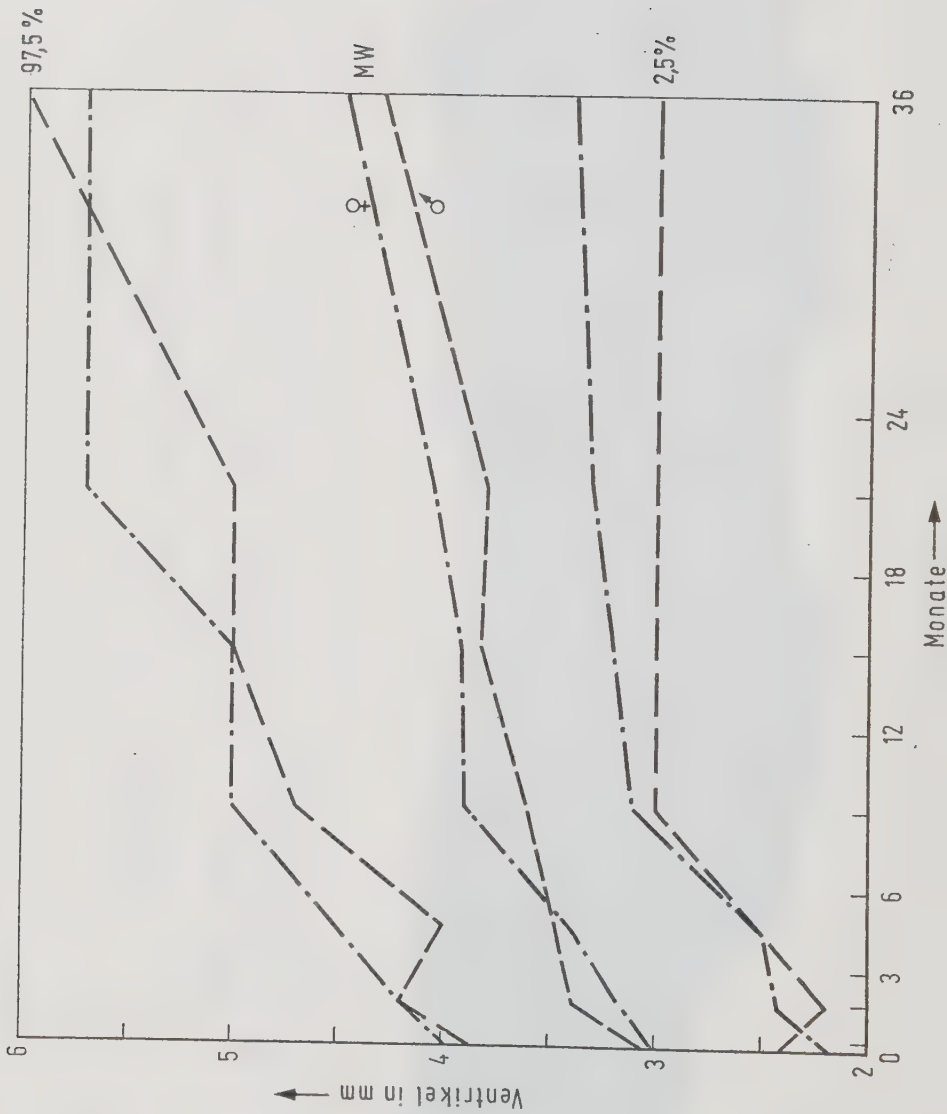


Abb. 2: Mittelwert (MW) und 95%-Bereich des III. Ventrikels bei Kindern bis zum 36. Lebensmonat; männlich, weiblich getrennt.

Abb. 3: Mittelwert (MW) und 95%-Bereich des III. Ventrikels bei Kindern vom 3.-15. Lebensjahr; männlich, weiblich getrennt.

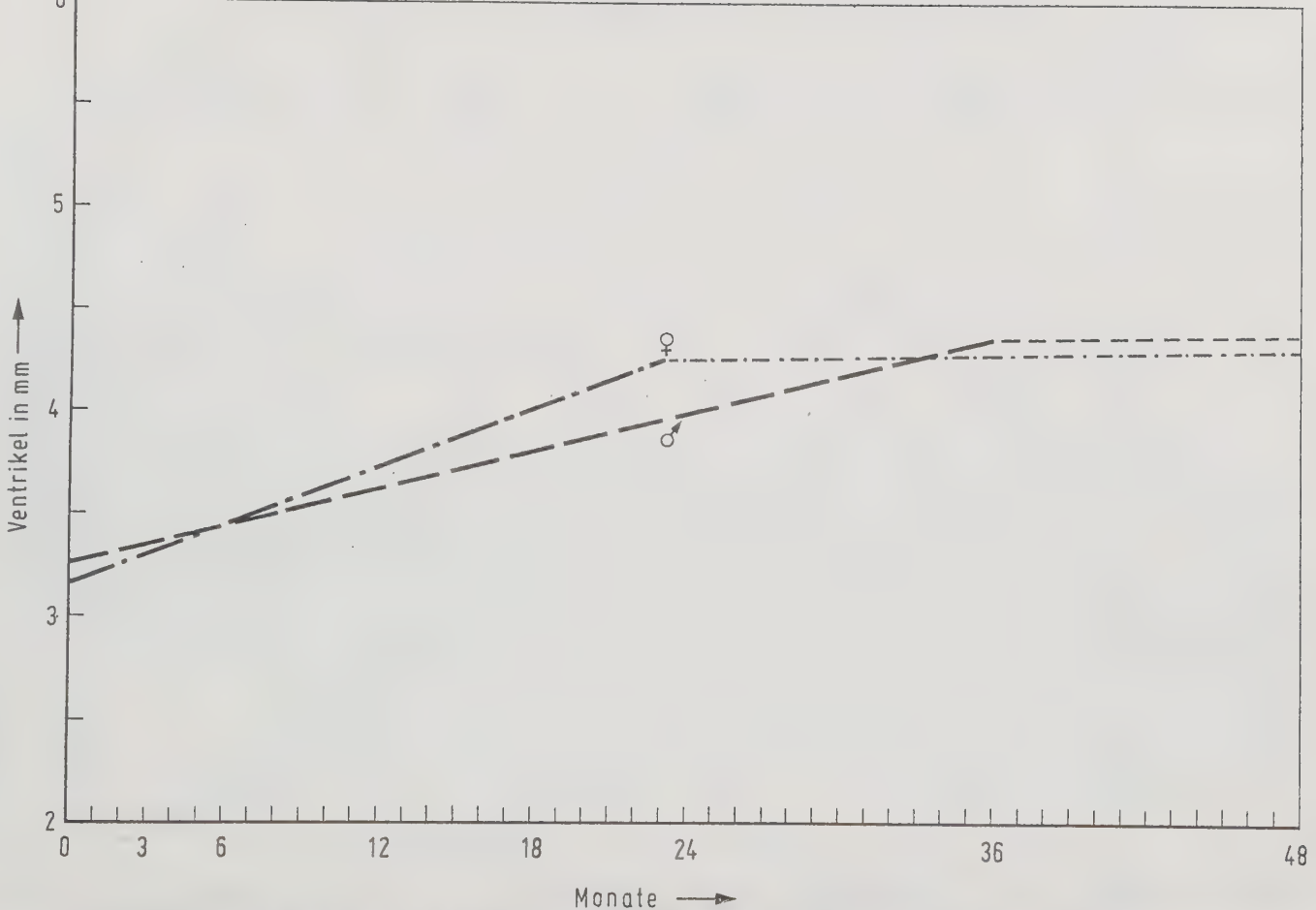


Abb. 4: Altersgruppe bis 4 Jahre; Regressionsgeraden für Mädchen und Jungen bis 23 bzw. 36 Monate sowie Gerade für die nachfolgende Zeit

Abb. 5: Altersgruppe bis 4 Jahre; Einzelwerte und Regressionsgerade des Gesamtmaterials bis 27 Monate sowie Gerade für die nachfolgende Zeit.

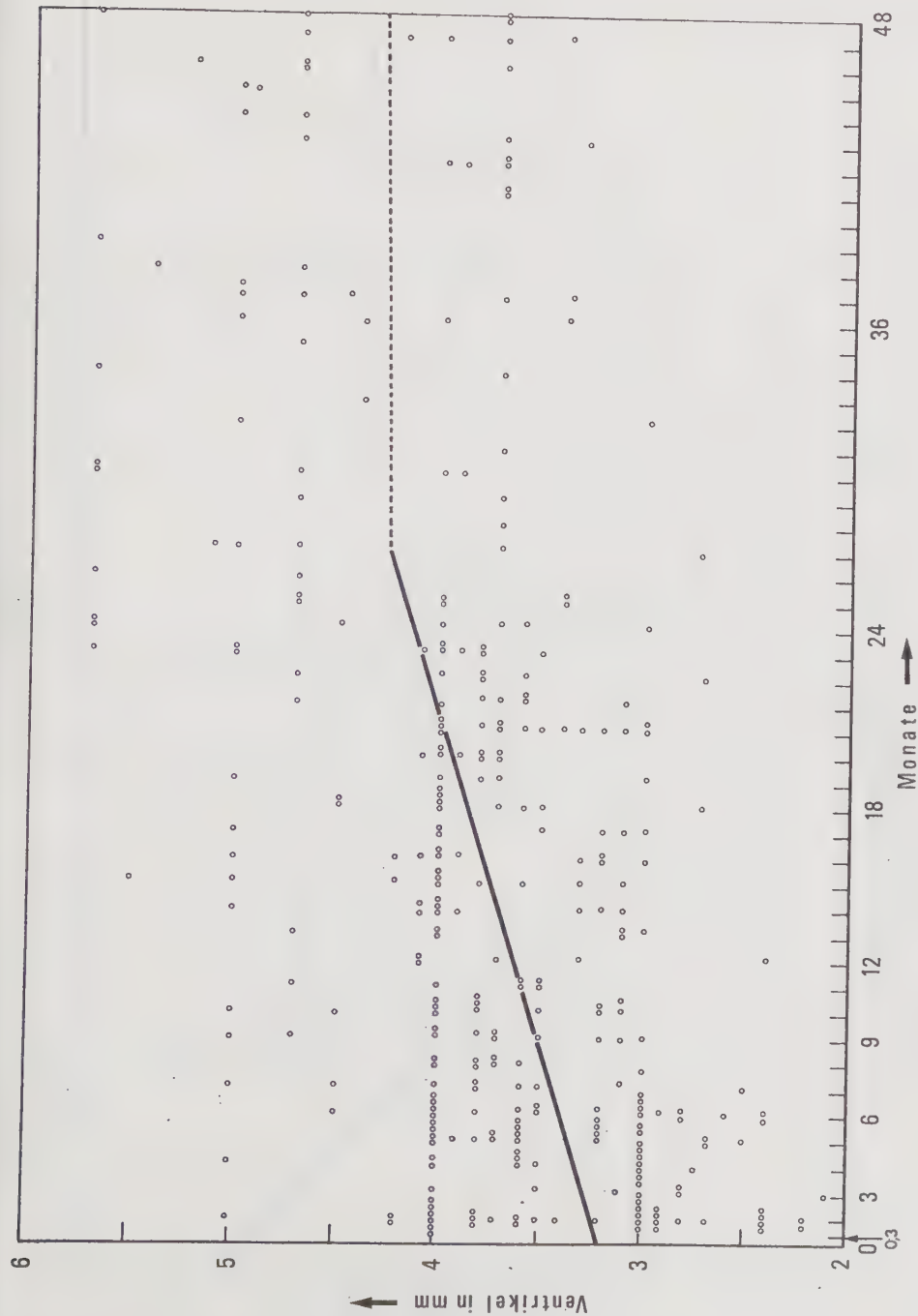
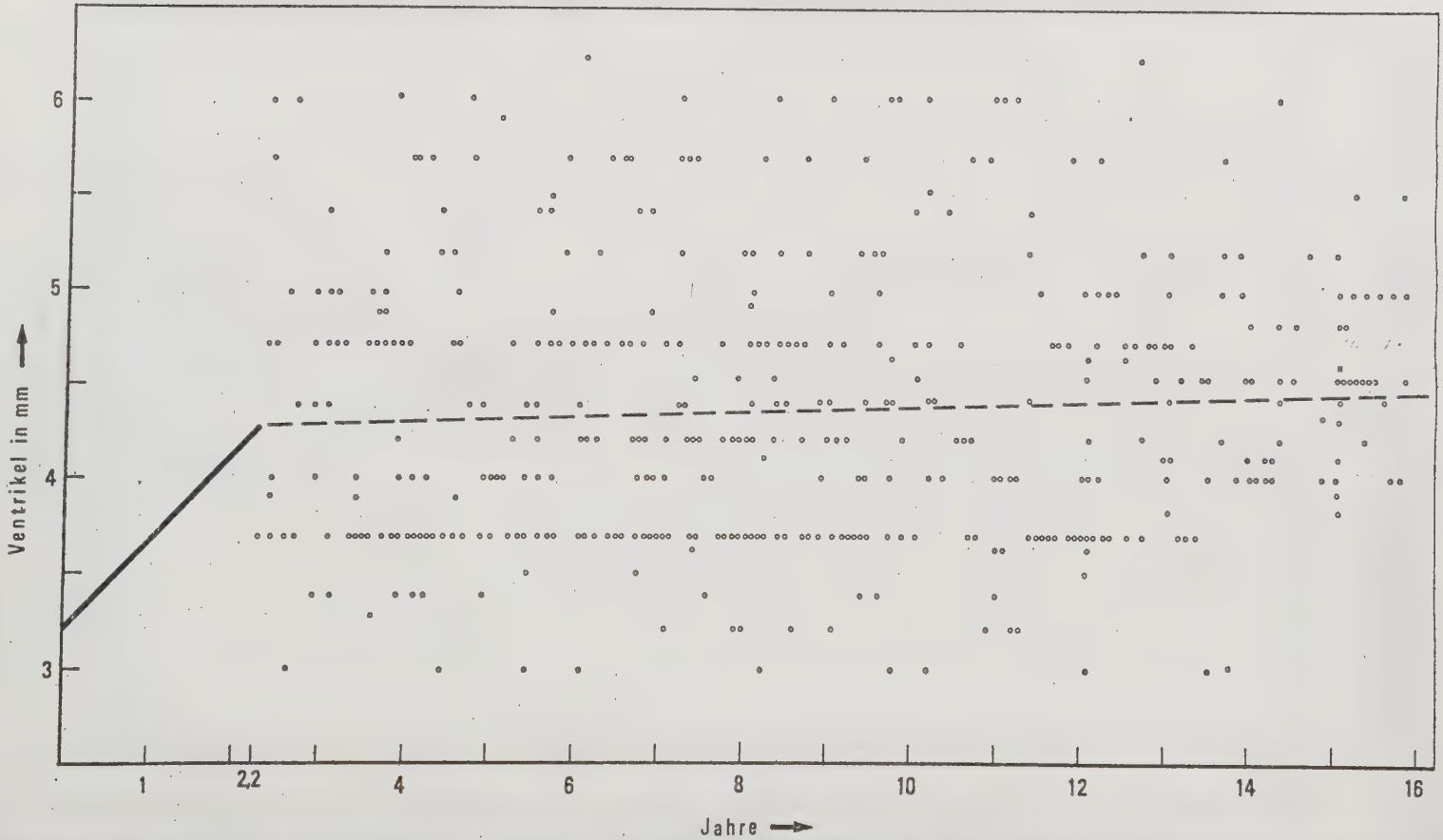


Abb. 6: Altersgruppe von 4–16 Jahren; Einzelwerte des Gesamtmaterials, "plateauartige" Gerade.



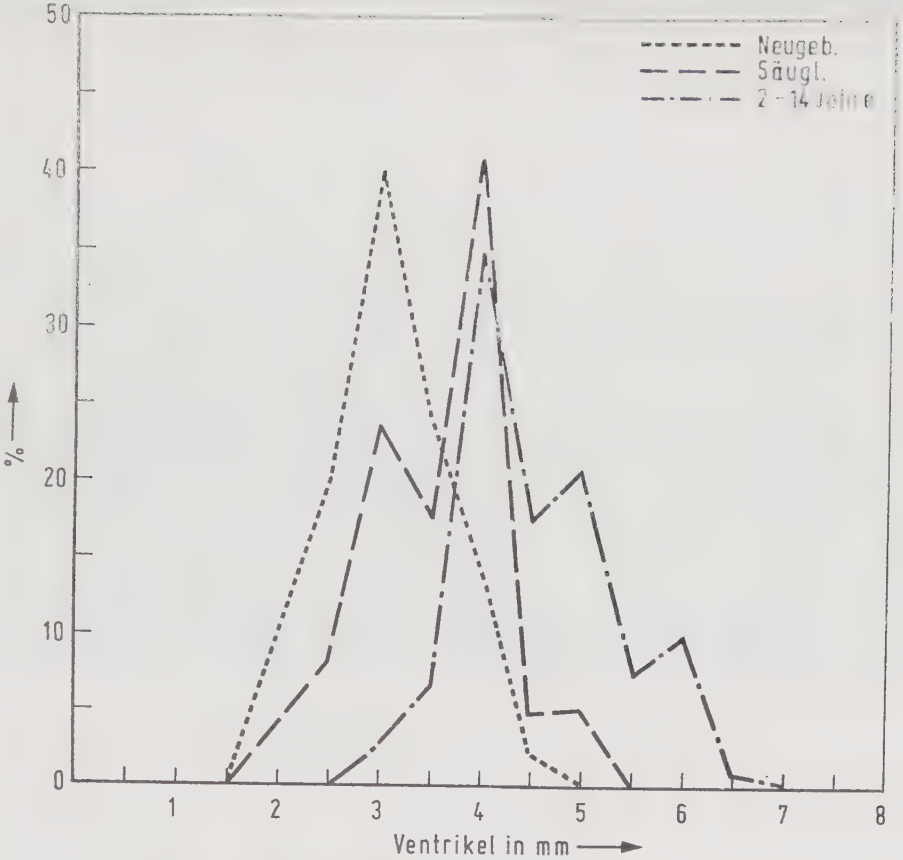


Abb. 7: Verteilungskurve (Neugeborene, Säuglinge, 2-14 Jahre).

Toleranz in mm	JACOBI/ SCHUCH (1966)	BETZ/ HUBER (1967)	KRÜGER et al. (1967)	SCHIEFFER/ KAZNER (1967)	FLIEGE et al. (1968)	SCHÜTTLER/ HUBER (1970)	MOSTAFAWY (1971)
± 0		25	37		28,3	39	
± 1	68	59,2	75	97,8	73,3	57	83,4
± 2		82,4	96		96,66	80	100,0[2]
± 3	93[1]		100		100	98	100,0

Tab. I: Korrelation zwischen pneumo- und echoencephalographischen Vergleichsmessungen nach Literaturangaben. Zahlen in %.

[1] ± 2-4 mm; [2] bei ± 1,5 mm 94,6%

Autoren	Alter	III. Ventrikel	Anzahl
GÖLLNITZ (1951)	4-14 Jahre	3,5-5,0 mm Nb.	130
ENGESET/LÖNNUM (1958)	6-15 Jahre	6,25 mm MW.	25
BORGERSEN (1965)	6-15 Jahre	9,14 mm MW.	7
LODIN (1968)	Säugl.	4,0 mm MW.	5
	2-15 Jahre	6,0-7,0 mm MW.	95

Tab. II: Weite des III. Ventrikels (pneumencephalographisch) im Kindesalter.

Nb = Normbereich
MW = Mittelwert

Autoren		Frühgeborene	Neugeborene
M. JACOBI	(1966)	-	2,5 - 4,5
JACOBI/SCHUCH	(1966)	2,5 - 4,0	3,0 - 4,5
FEUERLEIN/ DILLING	(1967)	-	2,0 - 4,0
KRIJGSMAN	(1972)	-	- 2,0
GRUMME et al.	(1971)		
Gruppe I	(bis 1000 g)	4,4 - 6,0	-
Gruppe II	(bis 1500 g)	3,0 - 5,8	-
Gruppe III	(bis 2000 g)	3,0 - 5,0	-
Gruppe IV	(bis 2500 g)	2,5 - 4,5	-
Eigene Ergebnisse			2,3 - 4,0

Tab. III: Echoencephalographisch ermittelte Weite des III. Ventrikels (mm) bei Frühgeborenen und Neugeborenen; Ergebnisse der verschiedenen Autoren im Vergleich zu eigenen Werten der Neugeborenen.

Autoren	Neu-geborene	bis 3 Monate	3-6 Monate	6-12 Monate	
LITHANDER		- 5,5			ob. Grenze
JACOBI/SCHUCH	3,0-4,5	3,5 - 5,0			Normbereich
M. JACOBI		2,5 - 4,5		3,0-4,5	Normbereich
FEUERLEIN/ DILLING	1,4-4,2	2,3 - 5,1			2s-Bereich
KRIJGSMAN	-2,0	2,0-4,0	2,0-6,0	4,0-6,0	Normbereich
DILL		2,0-4,0			ohne Angaben
EIGENE ERGEBNISSE	2,3-4,0	2,2-4,2	2,4-4,5	3,0-5,0	95%-Bereich
		2,4 - 4,5			95%-Bereich
		2,4 - 5,0			95%-Bereich
		2,5-4,0			80%-Bereich

Tab. IVa: Echoencephalographisch ermittelte Normwerte des III. Ventrikels bei Neugeborenen und Säuglingen (Literaturangaben und korrespondierende Ergebnisse der eigenen Untersuchungen); Zahlen in mm.

Autoren	Neugeborene	bis 3 Monate	3 - 6 Monate	6 - 12 Monate
FEUERLEIN/ DILLING	2,8	3,5	3,9	
KRIJGSMAN	3,6	3,2	4,6	4,8
EIGENE UNTERSUCHUNGEN	3,07	3,3	3,43	3,73

Tab. IVb: Echoencephalographische Mittelwerte des III. Ventrikels bei Neugeborenen und Säuglingen (Literaturangaben und eigene Ergebnisse); Zahlen in mm.

Autoren	Neugeborene	bis 3 Monate	3-6 Monate	6-12 Monate
M. JACOBI (1966)		30		40
FEUERLEIN/ DILLING (1966)	25	75		
KRIJGSMAN (1972)	12	15		
DILL (1971)	86			
EIGENE ERGEBNISSE	50	57	50	50
		157		
	207			

Tab. IVc: Anzahl der Probanden der verschiedenen Autoren.

Autoren	J a h r e 1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6 . 7 . 8 . 9 . 10 . 11 . 12 . 13 . 14		
LITHANDER	- 7,0		
JACOBI/SCHUCH	4,0-6,0	4,0-7,0	Nb.
M. JACOBI	- 5,5	- 6,0	Nb.
FEUERLEIN/ DILLING	*3,4-6,4 (48)	*3,4-6,4 (42)	2s
DILL	3,0-5,0 (170)	4,0-6,0 (111)	
EIGENE UNTERSUCHUNGEN	3,0-6,0 (108)	3,2-6,0 (271)	95%
	3,0-5,7 (137)	3,2-6,0 (347)	95%
	3,2-6,0 (143)	3,2-6,0 (236)	95%
	3,4-5,4 (108)	3,7-5,7 (271)	80%

Tab. V: Echoencephalographisch ermittelte Normwerte des III. Ventrikels bei Kindern von 1-14 Jahren (Literaturangaben und korrespondierende Ergebnisse der eigenen Untersuchungen): Zahlen in mm; Zahlen in Klammern entsprechen der Anzahl der Probanden. Nb. = Normbereich, 95% bzw. 2s-Bereich.

* Die Autoren geben je einen Mittelwert von 4,9 mm an.

Alter bis		Mittel-wert	Zentral-wert	Spann-weite	80% - Bereich	95% - Bereich	Zahl
10 T.	m	3,09	3,0	2,2-4,5	2,4-3,8	2,4-3,9	32
	w	3,02	3,0	2,2-4,0	2,4-3,5	2,2-4,0	18
	g	3,07	3,0	2,2-4,5	2,4-3,8	2,3-4,0	50
3 M.	m	3,38	3,5	2,1-5,0	2,8-4,0	2,2-4,2	33
	w	3,16	3,0	2,2-5,0	2,4-4,0	2,4-4,2	24
	g	3,30	3,0	2,1-5,0	2,4-4,0	2,2-4,2	57
6 M.	m	3,46	3,55	2,4-4,5	2,7-4,0	2,5-4,0	26
	w	3,39	3,35	2,4-5,0	2,6-4,0	2,5-4,5	24
	g	3,43	3,5	2,4-5,0	2,7-4,0	2,4-4,5	50
1 J.	m	3,60	3,6	2,4-4,7	3,1-4,0	3,0-4,7	29
	w	3,90	4,0	3,0-5,0	3,1-4,7	3,1-5,0	21
	g	3,73	3,7	2,4-5,0	3,1-4,5	3,0-5,0	50
18 M.	m	3,82	4,0	2,7-5,0	3,0-4,5	3,0-5,0	31
	w	3,92	3,8	3,1-5,0	3,3-4,5	3,2-5,0	22
	g	3,87	4,0	2,7-5,0	3,1-4,5	3,0-5,0	52
2 J.	m	3,80	3,8	2,7-5,7	3,1-4,5	3,0-5,0	30
	w	4,05	3,9	3,0-5,7	3,4-5,0	3,3-5,7	22
	g	3,91	3,8	2,7-5,7	3,1-4,7	3,0-5,7	52
4 J.	m	4,31	4,0	3,0-6,0	3,4-5,4	3,0-6,0	39
	w	4,48	4,7	3,3-6,0	3,7-5,0	3,4-5,7	28
	g	4,35	4,4	3,0-6,0	3,4-5,2	3,3-6,0	67
6 J.	m	4,32	4,0	3,0-6,0	3,7-5,7	3,4-5,9	42
	w	4,08	4,0	3,0-5,4	3,5-4,7	3,0-5,4	19
	g	4,25	4,0	3,0-6,0	3,5-5,5	3,4-5,7	61
8 J.	m	4,29	4,2	3,0-6,0	3,6-5,4	3,2-5,7	40
	w	4,31	4,0	3,4-6,2	3,7-5,7	3,5-5,7	31
	g	4,30	4,2	3,0-6,2	3,7-5,7	3,2-5,7	71
10 J.	m	4,61	4,6	3,4-6,0	3,7-5,7	3,7-6,0	48
	w	4,03	3,7	3,0-6,0	3,2-5,0	3,0-5,2	27
	g	4,41	4,4	3,0-6,0	3,7-5,2	3,2-6,0	75
12 J.	m	4,42	4,2	3,2-6,0	3,7-5,7	3,2-6,0	35
	w	4,33	4,0	3,0-6,0	3,6-5,4	3,0-6,0	15
	g	4,40	4,2	3,0-6,0	3,6-5,7	3,2-6,0	50
14 J.	m	4,32	4,4	3,0-5,7	3,7-5,2	3,0-5,2	33
	w	4,51	4,6	3,5-6,2	3,7-5,2	3,6-5,7	22
	g	4,41	4,5	3,0-6,2	3,7-5,2	3,0-5,7	55
16 J.	m	4,54	4,5	3,8-5,5	4,0-5,0	4,0-5,5	27
	w	4,66	4,5	3,9-6,5	4,0-5,2	4,0-6,0	25
	g	4,60	4,5	3,8-6,5	4,0-5,2	3,9-6,0	52

Summe: m 445, w 298, g 743

Tab. VI: Echoencephalographische Ergebnisse des III. Ventrikels bei Kindern von 0-16 Jahren; Zahlen in mm;
m = männlich; w = weiblich; g = Gesamtkollektiv;
T = Tage; M = Monate; J = Jahre.

Lebensbereich		n		Regressionsgerade	Korrelations-koeffizient
0 - 36 M		m	195	y=0,0296 · x + 3,2714	0,4055
0 - 22 M	+)	w	123	y=0,0463 · x + 3,1684	0,4804
0 - 27 M		g	325	y=0,0392 · x + 3,2136	0,4689
37 - 191 M	++)	m	250	y=0,0008 · x + 4,3552	0,0478
23 - 191 M		w	174	y=0,0015 · x + 4,2161	0,0985
28 - 191 M	++)	g	417	y=0,0014 · x + 4,2391	0,0889
0 - 191 M		m	445	y=0,0066 · x - 3,6283	0,4664
0 - 191 M		w	297	y=0,0060 · x - 3,6400	0,4425
0 - 191 M		g	742	y=0,0064 · x - 3,6336	0,4565

Tab. VII: Zusammenfassung der statistischen Ergebnisse (Regressionsgeraden und Korrelationskoeffizienten)

+) Schnittpunkt im nächsten Lebensjahr

++) Schnittpunkt im Lebensjahr davor

M = Monat; m = männlich; w = weiblich;
g = Gesamtkollektiv; n = Anzahl der Probanden

An dieser Stelle möchte ich Herrn Priv.Doz.Dr.med. Thomas Grumme für die Überlassung des Themas und für seine richtungsgebenden Ratschläge danken.

Ebenfalls danke ich Frau Schmidt für die wichtige statistische Beratung.